



Een onderzoek aangaande den afvoer van huishoudelijk afvalwater in de gemeente Utrecht: bijdrage tot de kennis van den beerput

<https://hdl.handle.net/1874/281955>

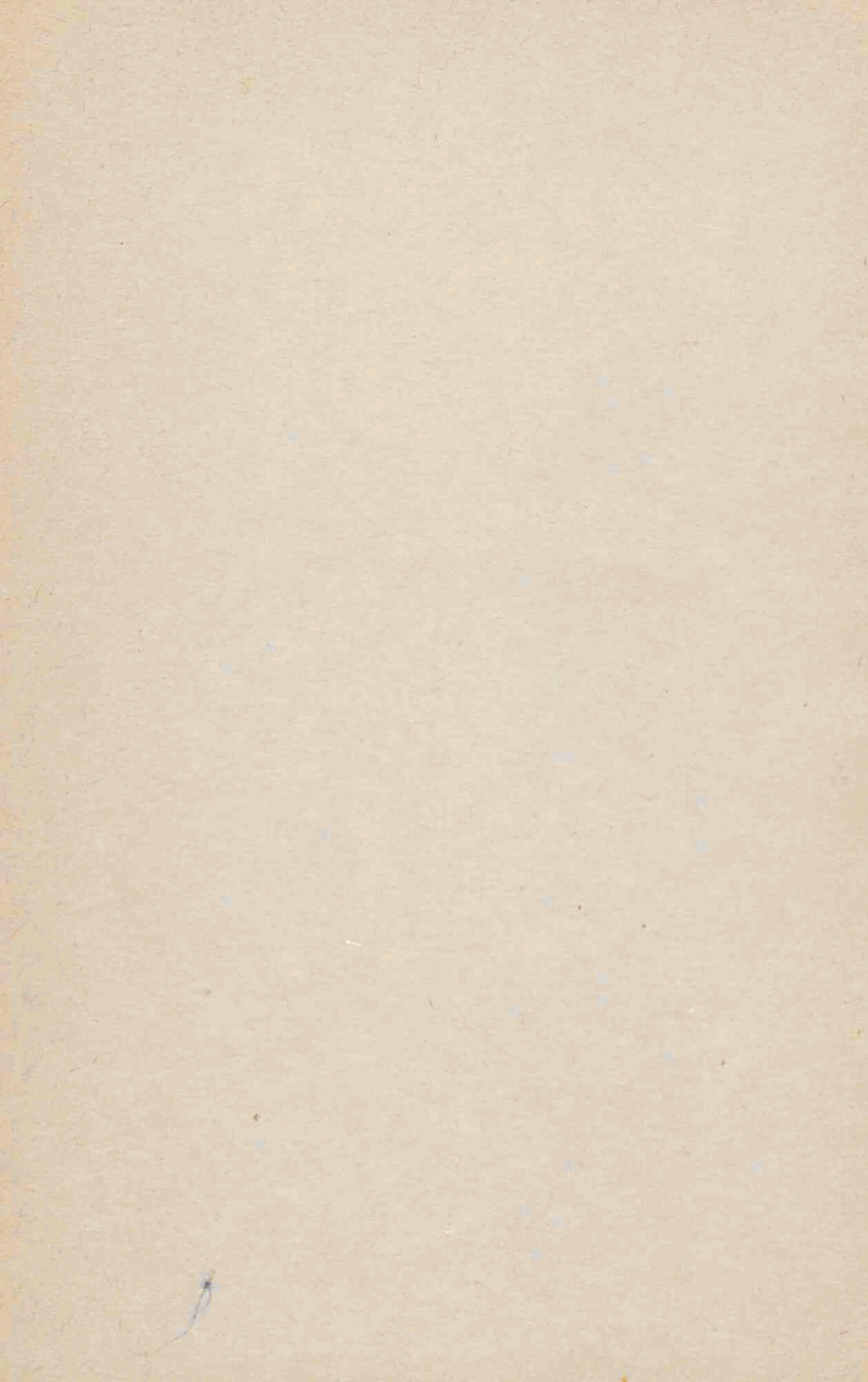
N. A. 192, 1924

**EEN ONDERZOEK AANGAANDE DEN
AFVOER VAN HUISHOUDELIJK AFVAL-
WATER IN DE GEMEENTE UTRECHT
(BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN DEN BEERPUT)**



N. A. ROOZENDAAL

s.
cht
74



EEN ONDERZOEK AANGAANDE DEN
AFVOER VAN HUISHOUDELIJK AFVAL-
WATER IN DE GEMEENTE UTRECHT
(BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN DEN BEERPUT)

EEN ONDERZOEK VAN
DE WERKING VAN
DE WATERSCHIEDEN
IN DE GEMEENTE
UTRECHT

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



1417 7020

Utrecht
20
1924-

EEN ONDERZOEK AANGAANDE DEN
AFVOER VAN HUISHOUDELIJK AFVAL-
WATER IN DE GEMEENTE UTRECHT
(BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN DEN BEERPUT)

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUUR-
KUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS
DR H. F. NIERSTRASZ, HOOGLEERAAR IN DE FACUL-
TEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS
BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT,
TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT
DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN
OP MAANDAG 10 NOVEMBER 1924, DES NAMID-
DAGS 4 UUR, DOOR NICOLAAS ADRIANUS
ROOZENDAAL, GEBOREN TE ARNHEM



P. DEN BOER

SENATUS VETERANARUM TYPOGRAPHUS ET LIBRORUM EDITOR
UTRECHT

MCMXXIV

In de eerste plaats zij het mij vergund U, Excellentie, Minister van Koloniën, mijn dank te betuigen voor de bereidwilligheid, waarmee Gij mij in de gelegenheid hebt gesteld, dit proefschrift te bewerken.

U, Hoogleeraren van de Wis- en Natuurkundige faculteit der Rijks-Universiteit breng ik mijn welgemeenden dank voor de wijze, waarop Gij tot mijn vorming hebt bijgedragen.

Een bijzonder woord van dank zij U gewijd, Hooggeleerde de Graaff, Hooggeachte Promotor, voor de leiding en den steun, die ik, inzonderheid bij de bewerking van mijn proefschrift, van U mocht ontvangen.

Uw belangstelling, die ik in zoo ruime mate mocht ondervinden, zal mij steeds in dankbare herinnering blijven.

Aan U Hooggeleerde Schorl ben ik zeer verplicht voor alles wat Gij gedurende mijn studietijd tot mijn vorming hebt bijgedragen en voor de welwillendheid waarmede Gij mij in de gelegenheid hebt gesteld, gedurende het laatste jaar als assistent onder Uw leiding werkzaam te zijn.

U, Zeergeleerde Bijl, breng ik mijn dank voor de vriendelijke wijze, waarop Gij tot het slagen van dit proefschrift hebt meegewerkt en de groote hulpvaardigheid mij daarbij betoond.

Tenslotte zij het mij vergund mijn erkentelijkheid te betuigen aan de Gezondheidscommissie, voor de eer mij aangedaan, door mij te verzoeken dit onderzoek ter hand te willen nemen.

Verder betuig ik allen die tot het welslagen van dit proefschrift hebben bijgedragen mijn welgemeenden dank.

AAN MIJN OUDERS
EN MIJN AANSTAANDE VROUW

INHOUD.

	Blz.
Inleiding	1
Bouw der bij het onderzoek betrokken putten	5
Iets over het wezen der biologische reiniging en de samenstelling van huishoudelijk afvalwater	9
Chemisch onderzoek	19
Bacteriologisch onderzoek	43
Conclusies	64
Samenvatting	65
Stellingen	67

INHOUD

1	Inleiding
2	Hoofdstuk I. Het onderzoek betrekking hebbende op de
3	toestand van het water der biologische reiniging en de
4	aanwezigheid van indolisch stoffen
5	Chemisch onderzoek
6	Bacteriologisch onderzoek
7	Conclusies
8	Zamenvatting
9	Bibliografie

INLEIDING.

Voor de reiniging van afvalwater zijn voornamelijk in de laatste tientallen jaren zeer vele methoden aangegeven. Deze laten zich alle onderbrengen in twee hoofdgroepen n.l. de mechanisch-physische en de biologische reiniging.

De eerste kan geschieden met of zonder toevoeging van chemische middelen. De mechanische reiniging zonder toevoeging van chemische middelen berust voornamelijk op bezinking der zwevende stoffen. Door het aanbrengen van roosters of dergelijke apparaten kunnen de zwevende bestanddeelen worden tegengehouden.

In de gemeente Utrecht is bij gemeenteverordening bepaald, dat alle beerputten voorzien moeten zijn van een dergelijk rooster.

De chemische klaringsmethoden zijn in haar wezen niets anders dan verbeterde bezinkingsmethoden. Men laat hier n.l. door toevoeging van bepaalde stoffen een neerslag ontstaan, waardoor alle zwevende materie wordt meegesleept.

Daar bij bovengenoemde methoden in hoofdzaak alleen de onopgeloste bestanddeelen uit de vloeistof worden verwijderd en de opgeloste in de vloeistof blijven, volgt hier uit, dat de reiniging op deze wijze nooit volkomen kan zijn.

Bij toevoeging van chemische middelen wordt slechts een gedeelte der opgeloste stoffen eveneens in onoplosbaren vorm gebracht, maar dit gedeelte is gering.

Bovenstaande methoden hebben daarbij nog een nadeel n.l. de vorming van groote hoeveelheden slib. Het is daarbij gebleken, dat de mestwaarde daarvan, niet aan de verwachtingen, daaromtrent gekoesterd, beantwoordt, zoodat uit dit oogpunt geen voordeelen aan deze methoden zijn verbonden.

Tegenover deze groep staat nu de biologische reiniging, die, zooals de naam reeds aanduidt, wordt bereikt door de levens-

verrichtingen van de microflora, die in het afvalwater zelf voorkomt of daarin wordt gebracht.

De micro-organismen zijn het, die de verontreinigingen van het water als energiebron gebruiken, waarbij onopgeloste, zoowel als opgeloste materie wordt vernietigd.

De biologische methoden zijn nu weer te verdeelen in de natuurlijke en kunstmatige.

Tot de eerstgenoemden moet gerekend worden het z.g. proces der zelfreiniging, hetgeen plaats vindt, als het afvalwater aan zich zelf wordt overgelaten of op een openbaar water, liefst grooten stroom of zee, wordt afgevoerd.

De toepassingen van dit proces kunnen zich alleen die gemeenten veroorloven, welke aan een groote rivier met genoegzame capaciteit gelegen zijn, of aan kleine rivieren met veel verval, of nabij een zee of meer.

Een andere methode van natuurlijke, biologische reiniging is het gebruik van bevoeiingsvelden. Al naar gelang de wijze, waarop dit geschiedt, onderscheidt men weer verschillende systemen. Alle hebben echter dit met elkander gemeen, dat groote grondoppervlakten noodig zijn, waarbij nog tevens de geschiktheid van den grond een groote rol speelt.

Deze bevoeiingsmethode is evenwel zeer kostbaar.

Tegenover deze natuurlijke, biologische reiniging staat de kunstmatige. Men tracht hierbij het nadeel van het gebruik van een groot grondoppervlak te ontgaan. Het tot stand brengen van een dergelijke, kunstmatige reiniging gaat echter ook met groote onkosten gepaard daar kostbare inrichtingen zooals septic-tanks, oxydatiebedden, continufilters en dgl. daarvoor noodig zijn, welke een voortdurend toezicht en ervaring en een nauwlettende bediening eischen.

> Hoe heeft men in de gemeente Utrecht zich de zuivering van het afvalwater voorgesteld? Bij het stellen van deze vraag, heb ik alleen het huishoudelijk afvalwater, bestaande uit faecaliën, urine etc., en het menagewater (waschwasser, groentewater enz.) op het oog.

Tot nu toe worden de faecaliën gedeeltelijk op beerputten zonder overstort afgevoerd, welke putten geregeld moeten

worden gereinigd, terwijl een ander gedeelte geloosd wordt op putten met overstort op het gemeenteriool.

Tevens komt nog voor het tonnenstelsel en het direct loozen!

Het menagewater mag tot nu toe niet op den put geloosd worden, maar wordt direkt op het gemeenteriool afgevoerd. Vanuit het riool komt het afvalwater onmiddellijk, *zonder eenige verdere reiniging* te hebben ondergaan, op de grachten.

Hoewel des nachts een flinke spuiing kan plaats vinden, is toch in de toekomst te verwachten, dat op deze wijze niet aan een hinderlijke, en uit hygiënisch oogpunt schadelijke verontreiniging van de openbare wateren kan worden ontkomen.

Mocht in de toekomst deze verontreiniging een feit zijn geworden, dan zou de gemeente zich genoodzaakt zien een deugdelijker wijze van reiniging en afvoer toe te passen zooals:

1^e aanleggen van bevoeiingsvelden;

2^e het toepassen van kunstmatige reiniging;

3^e het afvoeren naar de Zuiderzee, hetgeen met het oog op de drooglegging daarvan, moeilijkheden met zich zou brengen; misschien in de toekomst onmogelijk zal blijken.

4^e het afvoeren naar rivieren met genoegzame capaciteit.

Het kan bezwaarlijk anders, of men zal in Utrecht eens komen te staan voor de vraag, op welke wijze het rioolvocht dient te worden afgevoerd, omdat reeds nu hier en daar, vooral in buurten, waar geen of weinig stroom in de openbare wateren (lees open riolen) is, de vervuiling zich doet gelden.

Men zal zich dus reeds thans ernstig hebben af te vragen, op welke wijze men dit rioleeringsvraagstuk wenscht op te lossen.

Hier hebben wij ons slechts met de navolgende vragen bezig te houden, welke geen verband met toekomstplannen houden, maar reeds thans van belang zijn bij den aanleg der rioleering.

1^e is het mogelijk, om tegelijkertijd met de faecaliën ook het menagewater op den beerput af te voeren, zonder dat dit laatste een nadeelige werking uitoefent op de, in deze putten plaats vindende, gedeeltelijke reiniging?

2^e wordt het menagewater in den beerput gemineraliseerd en wel in voldoende mate?

3^e welk putsysteem voldoet het beste?

Ten aanzien van de laatste vraag zij opgemerkt, dat hierbij tevens gelet dient te worden op de prestaties van het systeem in vergelijking met de, aan den aanleg daarvan, verbonden kosten.

In het hierachter volgende heb ik mij tot taak gesteld, deze vragen tot oplossing te brengen.

BOUW DER BIJ HET ONDERZOEK BETROKKEN PUTTEN.

Het was in 1860 de Fransche ingenieur Mouras, die het eerst waarnam, dat een waterdichte bak, waarin voortdurend faecaliën en spoelwater afgevoerd werden en waaruit geregeld afloop van de vloeistof plaats vond, zelfs na maanden lang gebruik niet geledigd behoefde te worden. Tevens constateerde hij, dat de hoeveelheid onopgeloste organische stof, welke in den bak aanwezig was, veel geringer was dan de totaal ingebrachte hoeveelheid. Ze vermeerderde bijna niet, niettegenstaande de vloeistof, die uit den afloop stroomde, zeer weinig vaste bestanddeelen bevatte. Tegelijkertijd werd door hem gasvorming waargenomen. Mouras stelde dus vast, dat de onopgeloste stoffen, met een voldoende hoeveelheid water in een geheel gesloten bak gebracht, veranderden in een weinig troebele, bruinachtig gekleurde, faecaalriekende vloeistof en in gassen.

De z.g. „fosse Mouras” vond echter in Frankrijk zeer weinig waardeering, als middel voor reiniging van afvalwater van huishoudelijken oorsprong.

In 1895, dus ruim 30 jaar nadat Mouras zijn ontdekking deed, bouwde Cameron, een ingenieur te Exeter in Engeland, een installatie, die in beginsel veel overeenkwam met de „fosse Mouras”. Dit procédé maakte in Engeland wel opgang.

Door het betere inzicht, dat omtrent de proeven in rotkelders of septic-tanks verkregen werd, zijn veranderingen en verbeteringen in den bouw van den oorspronkelijken bak aangebracht, die dienden om het meest nuttige effect van de werkende tank te bereiken.

De beerput heeft zich tot nu toe echter nog niet in de belangstelling van vele onderzoekers mogen verheugen en aan zijn werking werd niet veel aandacht geschonken.

Men vergenoegde zich hier meer op theoretische beschouwingen en op de analogie met de septic-tanks.

Toch is in den laatsten tijd de populariteit van den beerput in verschillend landen, o.a. Duitschland, zeer toegenomen.

In dit hoofdstuk worden de bij het onderzoek betrokken putten aan een nadere beschouwing onderworpen, waarbij het echter niet in de bedoeling ligt de voor- en nadeelen uit bouwkundig oogpunt bekeken, te behandelen. Daartoe wordt verwezen naar het op dit gebied meest uitgebreide, Nederlandsche handboek „Rioleering van huis en erf”, waarin de voor- en nadeelen der meest uiteenlopende systemen aan een grondige bespreking worden onderworpen.

De volgende systemen, in Utrecht als proef in gebruik gesteld, werden onderzocht:

- 1e. systeem Utrecht;
- 2e. „ Enschede;
- 3e. „ de Man.

Voor de nadere constructie en uitleg wordt van elk dezer systemen een teekening bijgevoegd.

1e. systeem *Utrecht*.

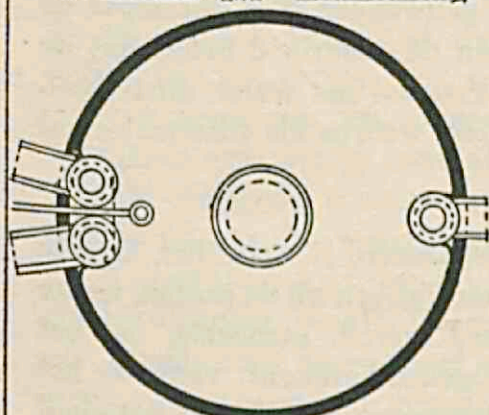
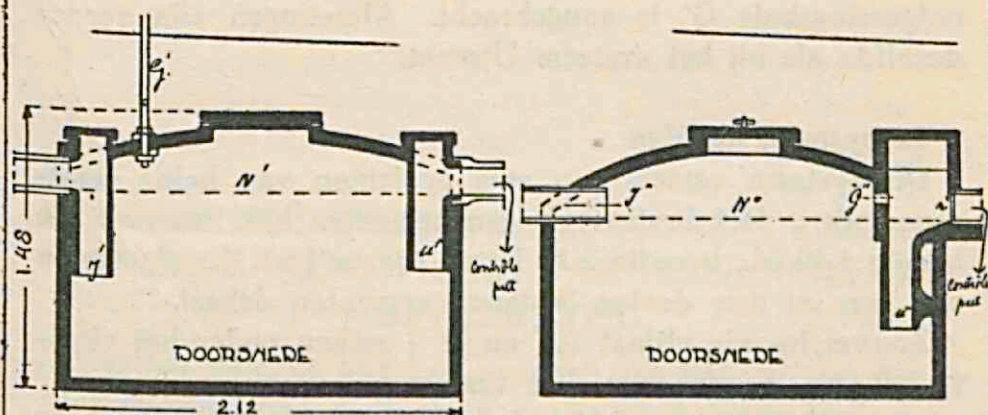
Dit systeem bestaat uit een cementen cylinder, waarvan de hoogte = 1.48 M. en de straal van het grondvlak 1.06 M. is. Het geheel is afgesloten met een cementen deksel.

Bij I" bevindt zich de inlaat, die op gelijke hoogte met het vloeistofniveau (N") is aangebracht. Bij U" is de uitlaat, welke zich dus onder het vloeistofniveau bevindt. Bij G" is een opening aangebracht, waardoor de zich ontwikkelende gassen kunnen ontwijken.

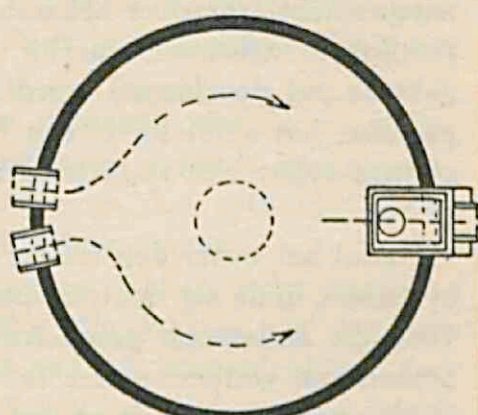
Alvorens het water den put verlaat, passeert het bij r" nog een rooster, waar de eventueele, grove bestanddeelen worden tegengehouden.

2e. systeem *Enschede*.

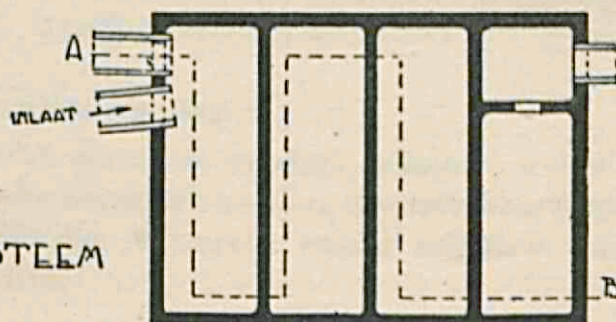
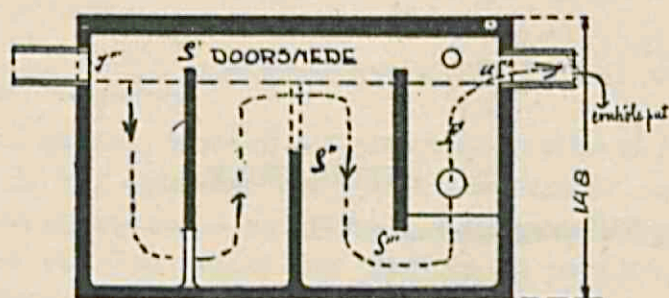
Het onderscheid tusschen dit systeem en bovenstaand is o. a. dit, dat zoowel in- als uitlaat (I' en U') zich een eind onder het vloeistofniveau (N') bevinden, terwijl verder een



SISTEEM EINSCHADE



SISTEEM UTRECHT



SISTEEM

DE MAN

ontgassingsbuis G' is aangebracht. Afmetingen zijn verder dezelfde als bij het systeem Utrecht.

3e. systeem de Man.

Dit systeem verschilt in vele opzichten van beide eerstgenoemden. Het bestaat uit een cementen bak, waarvan de hoogte 1.48 M., breedte 2.28 M. en diepte 1.67 M., afgesloten met een uit drie deelen bestaand cementen deksel.

Zoowel in- als uitlaat (I''' en U''') reiken onder het vloei-stofniveau. Verder zijn drie tusschenschotten S', S'' en S''' aangebracht, waardoor het water gedwongen is in een bepaalde richting te stroomen, waarbij men de zekerheid heeft, dat de geheele put doorlopen wordt. Voordat het water uitstroomt, passeert het eerst bij F een filter, waarin als filtermateriaal stukjes cokes zijn aangebracht.

Nadat het water den uitlaat gepasseerd is, komt het, bij alle systemen, in de z.g. contrôle-putten (alleen bij de putten, welke voor dit onderzoek geconstrueerd waren, aanwezig, om het nemen van watermonsters te vergemakkelijken), vanwaar het verder gebracht wordt op het gemeenteriool. Vanuit het riool wordt het water op de Vecht afgevoerd.

LITTERATUUR.

Visser, Rioleering van huis en erf.

IETS OVER HET WEZEN DER BIOLOGISCHE REINIGING EN DE SAMENSTELLING VAN HUISHOUELIJK AFVALWATER.

Om een vluchtig beeld te schetsen van het verloop der afvalwaterzuivering moge hier eenige der voornaamste processen worden aangeduid, die in de biologische reiniging een belangrijke rol spelen.

Deze processen zijn, wanneer men het geheele reinigingsvraagstuk overziet, in twee afdeelingen onder te brengen n.l.:

I. De *anaërobe* processen, welke in den rotkelder plaats grijpen en ons dus voornamelijk interesseeren.

De omzettingen in den beerput n.l. vinden onder anaërobe omstandigheden plaats. De putten zijn daartoe gesloten, terwijl tevens door de vorming van een z.g. schuimlaag van zeer vaste consistentie voor afsluiting van zuurstof gezorgd wordt.

Van de anaërobe processen, die plaats vinden, zijn de volgende te noemen:

1^e de *methaangisting*.

Dit is het proces, waarbij als meest kenmerkend product moerasgas (CH_4) ontstaat. Het wordt veroorzaakt o.a. door twee soorten microben n.l. de methaan-sarcine en de methaan-bacil, welke cellulose, maar ook eiwitten en vetzure zouten tot meer eenvoudig samengestelde verbindingen doen uiteenvallen, terwijl bovendien een ander deel als gas ontwijkt.

2^e *waterstofgisting*.

Hierbij dient als voedsel cellulose, welke door bepaalde anaërobe bacteriën o.a. den waterstof-bacil wordt omgezet in kooldioxyde, vetzuren, vooral azijnzuur en boterzuur, en waterstof.

3e *sulfaatreductie*.

Deze geschiedt door micro-organismen, die in staat zijn de zuurstof der zwavelzure zouten over te dragen op organische stof, onder ontwikkeling van zwavelwaterstof. Het is het *Spirillum desulfuricans* van Beyerinck, dat hierbij de voornaamste plaats inneemt.

4e. *eiwitrotting*.

Hieronder verstaat men de ontleding der eiwitachtige stoffen door rottingsbacteriën. Zeer vele soorten zijn hiertoe te rekenen, welke een aëroob, micro-aëroob of een anaëroob karakter vertoonen. De meest op den voorgrond tredende en wellicht de meest specifieke der rottingsorganismen is de anaërobe *Bacillus putrificus* Bienstock, maar ook het *Bacterium Proteus vulgaris* is voor eiwitrotting een belangrijke micro-aërobe bacterie.

Zij breken de zeer gecompliceerde eiwitten af tot lagere producten zooals: aminozuren, aminen, vetzuren, phenolen, indol, skatol, mercaptanen, enz.

Een belangrijk deel van de stikstof van het eiwit komt daarbij vrij als ammoniak. De zwavel ontwijkt grootendeels als zwavelwaterstof.

5e. *boterzure gisting*.

Deze geschiedt door bacteriën, die in staat zijn suikerachtige stoffen in boterzuur om te zetten, terwijl de oneigenlijke boterzuurorganismen uit eiwitten dit zuur doen ontstaan.

6e. *denitrificatie*.

Hieronder wordt verstaan het overdragen van de zuurstof der salpeterzure zouten op organische stof. Het is dus een proces, waarbij, analoog aan de sulfaatreductie, de organische stof in tegenwoordigheid van salpeterzure zouten direkt door bacteriën wordt geoxydeerd.

De stikstof komt daarbij in hoofdzaak als zoodanig vrij.

II. *de aërobe processen*.

Hoewel deze processen voor een onderzoek, dat zich

slechts bezighoudt met de bestudeering der beteekenis van de beerputwerking, niet van belang zijn, is het toch wenschelijk deze hier zeer terloops te noemen, daar deze omzettingen zich meer of minder sterk afspelen in de openbare wateren, waarop het afvalwater geloosd wordt.

Ze zijn te verdeelen in de volgende rubrieken:

1e. *de ureumsplitsing.*

Deze geschiedt door obligaat-aërobe micro-organismen; zij bestaat uit de omzetting van het ureum in ammoniumcarbonaat.

2e. *nitrificatie.*

Waaronder verstaan wordt de oxydatie van ammoniakzouten tot salpeterzure zouten. Het is een echt aëroob proces en geschiedt in twee fasen: allereerst zetten bepaalde microben de ammoniakzouten om in salpeterigzure zouten, terwijl andere organismen deze verder in salpeterzure zouten veranderen.

3e. *oxydatie.*

Hieronder wordt verstaan het verbruik van organische stof door oxydeerende bacteriën, die in staat zijn dadelijk de zuurstof der lucht op organische stof over te dragen.

Indien nu deze processen alle naast en achter elkaar verloop, laat zich het resultaat daarvan gemakkelijk afleiden, n.l. dat zij gezamenlijk leiden tot de vernietiging van de organische stof.

Organisch materiaal wordt dan omgezet in anorganisch, zoodat het geheel der biologische reiniging is samen te vatten als een mineraliseeren.

Het meegedeelde geeft eenig inzicht in de processen der zelfreiniging van water en afvalwater, welke in werkelijkheid echter zeer veel gecompliceerder zijn, daar het aantal microbiologische omzettingen veel grooter is, dan hier is geschetst, terwijl bovendien ook hogere organismen hierbij nog een voorname rol blijken te spelen.

Het proces is, zooals reeds werd opgemerkt, een zeer lang-

zaam verloopend. Wil de reiniging op deze wijze praktisch plaats vinden, m.a.w. wil men een biologische reiniging bereiken, dan dient zij versneld te worden. Daartoe kan men óf het geheele proces oxydatief d.w.z. aëroob laten verlopen, óf wel men kan de beide fasen anaëroob en aëroob scheiden, waarbij beide beter tot haar recht komen.

Het zal n.l. aan de werking der microben ten goede komen, indien deze scheiding tot stand komt.

Dit wordt nu bij het inschakelen van een beerput voor het afvoeren van het faecaal- en menagewater uit de huishouding bereikt. Het water komt n.l. in den put, ook wel genaamd rotkelder of *septic-tank*, waar, onder uitsluiting van licht en lucht, de anaërobe processen zich ongestoord kunnen afspelen.

Laat men huishoudelijk afvalwater met zijn onopgeloste stoffen, b.v. faecaliën, keukenafval, plantaardige en dierlijke vezels enz., langeren tijd in een dergelijken rotkelder, dan spelen al de bovengenoemde, anaërobe processen zich af. Door de hierbij zich ontwikkelende gassen, waterstof, methaan, stikstof en kooldioxyde, worden de vaste deeltjes naar de oppervlakte gevoerd, maar zinken, nadat het aanhechtende gas losgelaten heeft, weer gedeeltelijk naar den bodem.

Zodoende vormen zich langzamerhand drie lagen in den rotkelder of beerput, waarin de ontleding plaats vindt, n.l. een onderste, *sliblaag*, bestaande uit de specifiek zwaardere stoffen, een *middellaag*, bestaande uit het water met de daarin kolloidaal en werkelijk opgeloste bestanddeelen, benevens de zwevende stoffen en een uit specifiek lichtere stoffen samengestelde bovenlaag, de reeds genoemde *schuimlaag*.

Even wil ik de aandacht vestigen op die slib- en schuimlaag. Onderzoekt men n.l. langen tijd dergelijke rotkelders, dan blijkt, dat de sliblaag niet merkbaar in dikte toeneemt, terwijl daarentegen de schuimlaag belangrijke afmetingen kan aannemen.

Welke aannemelijke oorzaken zijn hiervoor aan te voeren?

De organische stoffen van de sliblaag, n.l. de onopgeloste, gaan door bovengenoemde processen in oplossing, waaruit dus

de afname in dikte kan worden afgeleid. Tevens worden door de gassen de fijnere slibdeeltjes mede omhoog gevoerd en blijven daar gedeeltelijk drijven. Deze twee feiten dragen er dus toe bij, om de sliblaag in dikte te doen afnemen, terwijl laatstgenoemd feit oorzaak is van de diktetoename der schuimlaag.

Ook de middellaag verandert door de verschillende omzettingen voortdurend van samenstelling. Kolloidaal opgeloste stoffen worden uitgevlokt. De werkelijk opgeloste stoffen gaan in ontleding en verlaten gedeeltelijk als gassen de vloeistof. Zoo ook een gedeelte der kolloidaal opgeloste stoffen. De hoeveelheid opgeloste stof neemt dus hierdoor af. Hier tegenover staat, dat door de processen, die zich in het slib afspelen, onoplosbare materie in oplossing geraakt, hetzij in werkelijke of kolloidale oplossing, waarbij in het slib stoffen achterblijven, die tegen verdere ontleding zeer bestand zijn. Door deze laatstgenoemde processen, die niet te onderschatten zijn, neemt de hoeveelheid opgeloste stof dus aanmerkelijk toe, hetgeen ook uit de later volgende analyses zal blijken.

Welke zijn nu in 't algemeen de waargenomen resultaten van de septic-tankwerking? Gedurende welken tijd moet het afvalwater in den rotkelder verblijven, om een genoegzame reiniging te ondergaan? Ten aanzien van beide vragen kan eigenlijk hetzelfde gezegd worden n.l. dat dit geheel afhankelijk is van den aard van het afvalwater. Toch wil ik hier even de uitspraak van C l e m e s h a vermelden, die voor de tropen een verblijf van drie dagen voldoende acht.

Verschillende onderzoekers hebben zich met het septic-tank-vraagstuk bezig gehouden, waarbij ik echter opmerk, dat zij steeds de werking van zeer groote septic-tankinrichtingen hebben bestudeerd. Het zijn vooral de onderzoekingen geweest van de Royal Commission on Sewage Disposal in Engeland, Clemesha, de septic-tank commissie in Nederland, Groenewege, Söhngen, Calmette, Dunbar met zijn medewerkers, Favre etc., die zeer veel hebben bijgedragen tot de oplossing van dit belangrijke en moeilijke vraagstuk.

Ik laat hier enkele uitspraken volgen van onderzoekers, die aan de hand van zeer vele analyses tot de volgende conclusies zijn gekomen.

Z a h n vermeldt, dat de hoeveelheid gesuspendeerde stof afneemt met een bedrag van 60 à 70 %. Het kaliumperman-ganaatverbruik neemt, volgens D u n b a r, af met 30 à 50 %. In gelijke mate zou het organische stikstofgehalte, volgens bovengenoemde onderzoekers, afnemen, waarmede gepaard gaat een toeneming in ongeveer dezelfde mate van het gehalte aan vrije en saline ammoniak.

Aangaande de samenstelling van huishoudelijk afvalwater zijn vele gegevens bekend, die echter over 't algemeen zeer uiteenloopen, hetgeen ook geen wonder is, waar ieder land zijn eigen leefwijze heeft en daarmede de samenstelling van het huishoudelijk afvalwater in de eerste plaats afhankelijk is.

Toch lijkt het mij in verband daarmede niet ongewenscht enkele dier gegevens te vermelden, waarbij dan tevens die groote verschillen kunnen worden aangetoond.

De meest betrouwbare gegevens uit Duitschland zijn die van R e i c h l e en T h u m m, die evenals F r ü h l i n g hun opgaven aan zorgvuldig verzameld materiaal ontleend hebben.

Volgens beide eerstgenoemden nu komt in huishoudelijk afvalwater, waarbij geen faecaliën worden geloosd 100 gram en met faecaliën 180 gram vaste stoffen per hoofd en per dag voor. Uit het laatste gegeven komen zij tot de conclusie, dat de concentratie van huishoudelijk afvalwater bij een water-verbruik van 50, 100 resp. 200 L. per dag en per hoofd, is 3600, 1800 resp. 900 mgr. vaste stoffen per L.

Uit de gegevens van F r ü h l i n g laten zich onderstaande tabellen opstellen, welke een beeld vormen van de hoeveelheid onopgeloste stof, d. w. z. die materie, welke bij 't filtreeren door filtreerpapier teruggedhouden wordt. Tevens vermeldt hij de hoeveelheid opgeloste stof, d. i. de stof, die in het filtraat aanwezig is, ongeacht de, het filtreerpapier doordringende suspensies en pseudo-oplossingen, in 1 L. water aanwezig en welke hoeveelheid van deze stof één persoon jaarlijks levert.

Tabel I.

In 1 L. zijn aanwezig in milligrammen

ONOPGELOSTE STOF			OPGELOSTE STOF		
totaal	anorganisch	organisch	totaal	anorganisch	organisch
713	287	426	873.5	619.8	253.7

Eén inwoner levert jaarlijks in K.G.					
28.6	11.6	17	47	33.8	13.7

In welke verhoudingen de opgeloste stoffen in afvalwater van verschillende concentraties aanwezig zijn, daarvan geeft volgens Thumm de volgende tabel een overzicht. Hierbij gaat hij uit van een waterverbruik van 50, 100 en 200 L. per dag en per hoofd, waarbij respectievelijk dun, middelmatig en geconcentreerd afvalwater behooren.

Tabel II.

In 1 L. zijn aanwezig in mgr.

in 1 L. zijn aanwezig in mgr.

		GESUSP. STOF M.GR. P. L.	IN HET GEFILTREERDE WATER				
			Verd. rest	Chloor	Amm. N.	Org. N.	KMn O ₄ getal
dun	afvalwater	tot 500	tot 500	tot 100	tot 30	tot 10	tot 200
middelmatig	"	tot 1000	tot 1000	tot 150	tot 50	tot 30	tot 300
geconcentreerd	"	tot boven 1000	daar boven	daar boven	daar boven	daar boven	daar boven

Vervolgens vermeld ik eenige gegevens uit Engeland en Duitschland, waaruit ten duidelijkste blijkt, dat het verschil in samenstelling in de verschillende steden ontzettend groot is.

De eerste tabel betreft huishoudelijk afvalwater, waarbij geen faecaliën werden geloosd.

Tabel III. In 1 L. zijn aanwezig in mgr.

	DROOG- REST	GLOEI- VERLIES	ORGANISCH N.	AMM. N.	TOTAAL N.	CL.
16 Eng. gemeenten	824	—	19.7	44.8	64.5	115
Dortmund	965	284	26.2	27.2	53.4	135
Essen	843	230	12.2	38	50.3	234
Brunswijk	857	390	—	—	92.5	213
Halle.	1633	329	21.3	17.8	89.1	209

Hieronder volgen enkele gegevens van huishoudelijk afvalwater, waarop tevens faecaliën werden geloosd.

Tabel IV. In 1 L. zijn aanwezig in mgr.

	DROOG- REST	GLOEI- VERLIES	ORGANISCH N.	AMM. N.	TOTAAL N.	CL.
15 Eng. gemeenten	722	—	22.1	77.3	55.2	106
Dantzig	683	161	11.6	64.8	53.2	70
Berlijn	1088	313	—	108.8	—	265
Breslau	722	242	73.8	91	73.8	183
Halle.	2794	589	89.1	148	89.1	715
Frankfort a/M . .	898	517	63	74	63	30

Men ziet dus, dat de samenstelling, wat alle bestanddeelen betreft, zeer veel uiteenloopt. Het totaal stikstofgehalte varieert echter bij de verschillende afvalwatermonsters niet veel of er faecaliën toegevoerd worden, of dat zulks niet geschiedt.

Tenslotte zij hier nog medegedeeld de uitkomsten van een onderzoek in Amsterdam door de Staatscommissie tegen ver-

ontreiniging van openbare wateren verricht van een put, waarop 2 perceelen waren aangesloten met een toevoer van 37 L. per hoofd en per dag.

Tabel V. In 1 L. zijn aanwezig in mgr.

DROOGREST BIJ 110° C.			AMM. N.	ORG. N.	TOTAAL
Mineraal	Organisch	Totaal			
1280	1160	2440	250	10	260
1270	1240	2510	440	60	500
1120	1420	2540	240	50	290
780	1570	2350	210	10	220

Onder de in het afvalwater aanwezige suspensies zijn ook de vethoudende stoffen te rangschikken, die, al naar gelang de leefwijze der bevolking, in geringere of grootere mate aanwezig kunnen zijn. In verband nu met de langzame vetsplitsing en met het feit, dat indien veel vet aanwezig is, dit aan de oppervlakte gaat drijven, is bij vele onderzoekers de gedachte opgekomen of, indien met de faecaliën menagewater, dat een hoger vetgehalte heeft, tegelijkertijd wordt geloosd, dit een nadeeligen invloed op de reiniging zou uitoefenen.

Dunbar en Thumm o.a. die veel onderzoeken hebben verricht op het gebied der afvalwaterreiniging, raden beiden aan faecaliën en menagewater afzonderlijk af te voeren, daar zij een nadeeligen invloed van het laatste veronderstellen op de septic-tankwerking.

Zij laten het echter bij een veronderstelling, want zij geven geen gronden aan, waarop deze berust.

Volgens Schreiber komt per hoofd en per jaar in het Berlijnsche afvalwater 6.77 K.G. vet voor.

Frühling daarentegen beweert, dat de door Schreiber gegeven cijfers te hoog zijn en komt uit zijn waarnemingen tot de conclusie, dat die hoeveelheid op 2.5—3 K.G. geschat moet worden.

Wat betreft het aantal bacteriën, dat in huishoudelijk afvalwater voorkomt, zijn niet veel gegevens bekend. De enkele opgaven, die bekend zijn, loopen daarbij uiteen van 1.5—18 miljoen kiemen per c.M³.

Oefent de vloeistof eener septic-tank nog eenigen invloed uit op pathogene micro-organismen, die er eventueel in kunnen geraken?

Op dit terrein zijn nog niet veel betrouwbare onderzoeken verricht, maar uit de rapporten aan de Royal Commission on Sewage disposal blijkt, dat deze van een doodende werking niets hebben kunnen constateeren. Wel was een afzwakking het gevolg van een verblijf in de septic-tank.

In dit opzicht zou dus aan de septic-tank uit hygienisch oogpunt eenige beteekenis toekomen.

LITTERATUUR.

1. Biologische reiniging van afvalwater. Beknopt overzicht van het vraagstuk der ...
De Rijksproefinrichting te Tilburg en de aldaar verkregen resultaten.
2. Calmette. Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égouts 1908.
3. Centrale Gezondheidsraad. Verslagen 1904—1912.
4. Clemesha, W. W. Sewage disposal in the tropics. 1910.
5. Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 1912.
6. Favre, W. Zur Frage der Schlammverzehrung in der Faulkammer. Ges. Ing. 50. 1907.
7. Groeneweg, J. De beteekenis der protozoën voor de biologische reiniging.
Groeneweg, J. Bacteriologische onderzoeken over biologische reiniging.
Groeneweg, J. Biologische reiniging van afvalstoffen. Alg. Ing. Congres te Batavia. 1920.
8. Royal Commission on Sewage Disposal. Int. Report 1901. Sec. Report 1902. Fifth rep. 1908.
9. Schreiber. Fettserzetzung durch Organismen. Arch. f. Hyg. 41.
Schreiber. Ueber den Fettreichtum der Abwässer und das Verhalten des Fettes in Boden des Rieselfeldes Berlins.
10. Verslag van de Staatscommissie tot voorbereiding van maatregelen tegen verontreiniging van openbare wateren.

CHEMISCH ONDERZOEK.

De chemische analyse van afvalwater brengt bij de uitvoering zooveel moeilijkheden met zich mede, is bovendien van zoo groote beteekenis, dat het zijn nut heeft er eenige woorden aan te wijden. Daar de gevolgde chemische methoden bij de verschillende onderzoekers veel uiteenloopen, wordt het in de meeste gevallen moeilijk, om de op deze verschillende wijzen verkregen resultaten met elkaar te vergelijken.

Zooals bekend verandert de samenstelling van het afvalwater en vooral van dat water, dat van huishoudelijken oorsprong is, ieder uur van den dag, zoodat het eerst na tal van analyses op verschillende tijden gemaakt, mogelijk en ook dan eerst geoorloofd is, conclusies te trekken.

In verband met de te verwachten, snel plaats grijpende omzettingen, is het zaak steeds onder zooveel mogelijk dezelfde omstandigheden te werken, om eenigszins vergelijkbare uitkomsten te verkrijgen.

Rekening houdende met den praktischen kant van het vraagstuk, heb ik mij dan ook beperkt tot het bepalen van de hieronder te noemen grootheden. De analyses werden alle van het gefiltreerde water gemaakt, ook dan, wanneer de hoeveelheid gesuspenderde stof zeer gering is. De hoeveelheid gesuspenderde stof werd in het laatste geval niet bepaald, daar het hier steeds gaat om hoeveelheden beneden 50 milligram.

Vervolgens wordt de gevolgde methode vermeld, echter in dier voege, dat ze in het kort wordt medegedeeld, of dat de litteratuur wordt aangeduid.

Bij eventueele voortzetting van het onderzoek zullen dan, om vergelijkbare uitkomsten te verkrijgen, dezelfde methoden kunnen worden gevolgd.

De volgende grootheden werden in het onderzoek betrokken:

- 1^e de reaktie;
- 2^e physische grootheden n.l. kleur, reuk enz.;
- 3^e verdampingsrest bij 110° C.;
- 4^e gloeiverlies;
- 5^e chloridegehalte;
- 6^e gesuspendeerde stof;
- 7^e organische stof, uitgedrukt als K Mn O_4 getal d.i. het aantal milligrammen kaliumpermanganaat verbruikt per liter water;
- 8^e vrije en saline ammonia, d.w.z. de stikstof aanwezig als vrije ammoniak en als ammoniakzouten;
- 9^e organische stikstof;
- 10^e nitriet;
- 11^e nitraat;
- 12^e zwavelwaterstof.

Wat het laatste betreft, deze werd alleen dan bepaald, indien een duidelijke zwavelwaterstofreuk viel waar te nemen.

Reaktie: deze, bepaald t.o.v. lakmoes, is steeds zwak alkalisch. De effluenten hebben steeds een iets sterker alkalische reaktie dan het ruwe water.

Kleur: deze was onder bijna alle omstandigheden geel tot bruin. Een enkele keer komt een meer grijze tint bij de effluenten voor.

Reuk: in enkele gevallen is deze sterk naar zwavelwaterstof riekend, maar over het algemeen bezit het water een zeer specifieke reuk, die moeielijk nader is aan te duiden. Alleen in afwijkende gevallen zal dan ook de reuk worden vermeld.

Verdampingsrest bij 110° C.: Op het waterbad worden in een platinaschaal 500 cc. water tot droog ingedampt. Ver-

volgens wordt in een droogstoof bij 110° C. gedroogd tot constant gewicht, dat in de meeste gevallen na ± 4 uur bereikt is. Daarna laat men bekoelen in een zwavelzuurexicator; tenslotte wordt zoo snel mogelijk het gewicht bepaald.

Gloeiverlies: door bovenstaande verdampingsrest gedurende ± 1 uur in den moffeloven te plaatsen en na bekoeling, zooals boven aangegeven, het gewichtsverlies te bepalen. Dit gewichtsverlies wordt niet alleen veroorzaakt door de aanwezige organische stof, daar ook de ammoniumzouten, carbonaten enz. geheel of gedeeltelijk ontwijken.

Zoodoende kunnen we in het gloeiverlies geen absolute maat zien voor de hoeveelheid organische stof. We zullen straks gelegenheid hebben aan de hand van een grafiek het gloeiverlies met het kaliumpermanganaatgetal te vergelijken.

Chloride: Dit wordt bepaald volgens M o h r, dus met kaliumchromaat als indikator, met 0,1 N. zilvernitraat oplossing. In geval de vloeistof alkalisch is, wordt geneutraliseerd met eenige druppels verdund salpeterzuur. In het tegenovergestelde geval wordt chloridevrij magnesiumoxyde toegevoegd.

Het water wordt als zoodanig, of na eerst ingedampt te zijn, in behandeling genomen, al naar gelang de hoeveelheid chloride, die aanwezig is.

Het chloridegehalte wordt bepaald, omdat volgens verschillende onderzoekers een groote hoeveelheid chloride schadelijk werkt op het biologische reinigingsproces. Hier-teenover zij echter vermeld, dat d e G r a a f f bij zijn onderzoekingen van afvalwater uit het slachthuis in Leiden, welk water zeer groote hoeveelheden chloride bevatte, geen enkelen nadeeligen invloed van dit bestanddeel op het reinigingsproces heeft kunnen constateeren.

Gesuspendeerde stof: Hiertoe wordt minstens 1 liter water afgefiltreerd. Het filtraat is nooit absoluut helder, altijd min of meer opalescent. Dit komt door de zeer fijne suspensies, die in het water aanwezig zijn, welke niet door het filter-

materiaal worden tegengehouden. Na filtratie wordt gedroogd bij 102° C. tot constant gewicht en vervolgens na bekoeling gewogen.

Zooals reeds meegedeeld, geven de effluënten steeds zeer weinig gesuspenderde stof te zien, uiteenlopend van 50—80 milligram per liter. In enkele gevallen werd ze slechts bepaald.

Oxydeerbaarheid: De keus van de methode, welke hier gebruikt moet worden is een moeilijke, daar tal van methoden beschreven zijn, die echter in de meeste gevallen zeer uiteenlopende resultaten geven.

Tenslotte werd de methode Winkler toegepast, na deze met de methode Kubel—Tiemann en Schulze—Trommsdorff te hebben vergeleken. Onderstaande tabel geeft de bij deze drie methoden verkregen uitkomsten van eenige monsters aan.

Tabel VI.

SCHULZE-TROMMSDORFF	WINKLER	KUBEL-TIEMANN
284	295	304
289	302	306
289	283	299
283	294	304
287	301	309
283	292	307

Zooals uit de tabel blijkt, geven deze methoden vrij goed overeenstemmende uitkomsten. De methode Winkler werd gekozen, omdat ze voor een serie-onderzoek het meest geschikt werd bevonden. De oxydatie vond plaats bij kamertemperatuur.

Vrije en saline ammoniak: Dit is een der belangrijkste groot-

heden ter beoordeeling van de werking van een septic-tank. De toeneming n.l. van het gehalte aan ammoniakale stikstof moet noodzakelijkerwijze gepaard gaan met een afneming van de hoeveelheid organische stikstof. De toeneming wijst dus op een plaats hebbende of gehad hebbende rotting en is een zekere maat daarvoor.

De bepaling wordt als volgt uitgevoerd: In een kolf van 600 cc. inhoud, worden 500 cc. afvalwater gedaan, waaraan toegevoegd worden 10 gram magnesiumoxyde. Vervolgens wordt na toevoeging van eenig puimsteenpoeder overgedestilleerd. Het destillaat wordt opgevangen in een overmaat 0,1 N. zwavelzuuroplossing.

Nadat met behulp van gevoelig lakmoespapier is geconstateerd, dat geen ammonia meer overdestilleert, wordt de overmaat zuur op dimethylgeel, met behulp van 0,1 N natronloogoplossing teruggetitreerd. Uit de verbruikte hoeveelheid 0,1 N. zuur wordt het stikstofgehalte afgeleid en uitgedrukt als milligrammen stikstof per liter.

De destillatierest wordt gebruikt ter bepaling van de hoeveelheid organische stikstof.

Organische stikstof: De destillatierest wordt hiertoe bedeed met 100 c.c. van onderstaande oplossing:

8	gram	kaliumpermanganaat
200	"	natrium hydroxyde
1000	"	gedestilleerd water

en daarna, als boven aangegeven, verder behandeld.

Nitrieten: deze worden, indien aanwezig, bepaald volgens de methode *G r i e s s - R o m i j n*.

Nitraten: hierbij wordt gevolgd de methode *G r a n d v a l - L a j o u x* met inachtnaam van de door *K o l t h o f f* gegeven verbeteringen.

Zwavelwaterstof: Hiertoe wordt 0.5 liter water afgedestilleerd en het destillaat opgevangen in 0,01 N jodiumoplossing.

Door terugtitratie met 0,01 N. thiosulfaatoplossing wordt het H_2S berekend.

Alvorens over te gaan tot de vermelding der resultaten bij de analyses verkregen, dienen eerst nog enkele andere zaken besproken te worden, waartoe o.a. de invloed van de temperatuur der buitenlucht op die van den putinhoud en daarmee op het reinigingsproces. Daartoe zijn in de maanden October 1923 tot en met Juli 1924 vrij geregeld de gemiddelde weektemperaturen verzameld van het putwater en in dezelfde weken de buitenluchttemperaturen.

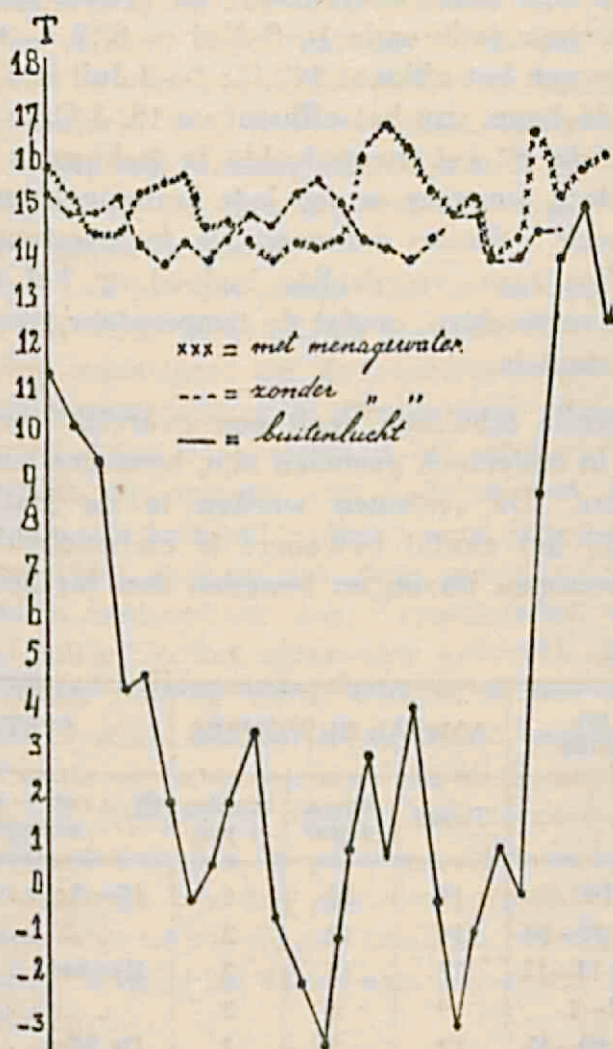
Onderstaande tabel geeft hiervan een overzicht, terwijl bijgaande grafiek een duidelijk beeld van dien temperatuurinvloed geeft. Gecontroleerd werden één systeem met en één zonder menagewater, aangeduid door resp. ● en ○. Tw = temperatuur van het water, Tb = temperatuur van de buitenlucht.

Tabel VII.

MAAND	Tw		Tb		Tw		Tb
	●	○			●	○	
October	16	15.5	11.4	Februari	16.5	14	0.6
	15.5	15.1	10.5		15.5	14.5	4.3
	14.6	15	9.4		15	15	-0.2
	14.7	15.3	8.6		15.3	15	-2.7
November	15.5	14.4	4.5	Maart	14	14	-0.8
	15.6	14	4.8		14.5	14	1
	15.7	14.3	2		17	14.6	0.1
	14.6	14	-0.2		15.3	14.6	8.9
December	14.7	14.5	0.6	Mei	16	15.4	14
	14.5	15	2		16.1	14.3	15.2
	14	14.8	3.7		16.4	14.5	12.5
	14.3	15.3	-0.5		17.6	14.8	14.1
Januari	14.2	15.7	-1.6	Juni	16.8	14.7	16.2
	14.5	—	-3.2		17	15	16.5
	16.2	14.5	0.9		16.4	14.4	17.7
	17	14.4	3.2		16	14.6	18.3
				Juli	17	14.8	17.7
					16.2	14.5	15

Uit het medegedeelde blijkt dus, dat er geen direkten invloed van de buitenluchttemperatuur op die van den inhoud van den beerput kan worden geconstateerd. Dit is ook niet te verwonderen, want de putten liggen 10—15 cM. onder den grond, zijn afgedekt met een behoorlijk dik cementen deksel, terwijl tevens een dikke schuimlaag den inhoud tegen de invloeden van buiten beschermt.

Grafiek I.



De temperatuur van de putvloeistof is over het algemeen het geheele jaar door vrijwel constant (14° — 17° C.). Bij de

systemen met menagewater komen enkele stijgingen voor, maar vermoedelijk is dit te danken aan het loozen van grootere hoeveelheden water van hogere temperatuur, zooals b.v. waschwater. Tenslotte zouden nog de temperaturen van de effluënten kunnen worden meegedeeld, maar er wordt volstaan met te vermelden, dat die temperaturen over het algemeen gedurende den winter iets beneden die van de putvloeistof liggen en in meerdere mate aan den invloed van de buitenluchttemperatuur onderhevig zijn [gemiddelde buitenluchttemperatuur gedurende 1—8 Mei = 8.9° C. waarbij de temperatuur aan het effluent 14° C.; 1—8 Juli is $T_b = 18.3^{\circ}$ C., terwijl de temp. van het effluent = 16.3° C.].

De conclusie uit het meegedeelde te trekken is deze, dat noch 's winters, wanneer er een lage buitenluchttemperatuur heerscht, noch 's zomers wanneer die temperatuur hoog is, een nadeelige resp. voordeelige invloed op het reinigingsproces is te verwachten, omdat de temperatuur van het water vrijwel constant is.

Het volgende tabelletje geeft een overzicht van de percelen, die in onderzoek genomen zijn, benevens van het aantal bewoners. De systemen worden in de laatste kolom vermeld. Bij het aantal bewoners is onderscheid gemaakt tusschen personen boven en beneden den leeftijd van vier

Tabel VIII.

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BEWONERS			SYSTEEM
	Totaal	boven 4 jaar	beneden 4 jaar	
Ondiep 138—140	14	10	4	Utrecht ●
Kastanjestraat 28—30	14	12	2	" ○
Mahoniestraat 13—15	17	15	2	Enschede ●
Cypresstraat 2—4	9	6	3	" ○
Kastanjestraat 40—42	12	9	3	De Man ○
Mahoniestraat 23—25	15	12	3	" ●
Kastanjestraat 36—38	12	8	4	Utrecht ●

jaar, daar laatstgenoemden zeer zeker niet zooveel afvalstoffen in den put zullen brengen als eerstgenoemden. De leeftijdsgrens van vier jaar is natuurlijk min of meer willekeurig.

Van elk systeem werd dus één perceel in onderzoek genomen, uitgezonderd van het systeem Utrecht met menagewater, waarvan bij perceel Ondiep 138—140 bleek, dat de put niet, door een of andere oorzaak, behoorlijk werkte. Bij het openen van den put was dan ook de schuimlaag absoluut verdwenen, misschien nooit aanwezig geweest. Ook uit de analyses van het effluent blijkt, dat met dezen put iets niet in orde is, zoodat ze voor het verder onderzoek buiten beschouwing moest blijven. Wel worden enkele analyses vermeld, waaruit de abnormale werking kan blijken.

Met een anderen put van dit systeem werden echter de navolgende proeven herhaald.

Vervolgens was het gewenscht vast te stellen, gedurende welken tijd het water in de putten verblijft. Hiertoe werd de volgende weg ingeslagen. Uit de analyses is gebleken, dat onder normale omstandigheden nitraten noch nitrieten in het ingaande, ruwe water en evenmin in het effluent voorkomen. Daarom werden oplossingen van kaliumnitraat onder den inhoud van den put gemengd en thans werd nagegaan, hoeveel tijd verliep, totdat geen nitriet, door omzetting uit nitraat ontstaan, meer aantoonbaar was. Experimenteel werd vastgesteld, dat nitriet in het afvalwater gebracht slechts zeer langzaam verder ontleed werd, waarom ik dus meende op deze wijze het verblijf in den put te mogen bepalen.

Dit alles werd vier maal herhaald en uit de daarbij gevonden tijden een gemiddelde afgeleid. Uit deze gemiddelden werd in verband met den inhoud der putten de hoeveelheid water berekend, die per dag afgevoerd wordt. Hieruit liet zich de hoeveelheid water, die per hoofd en per dag afgevoerd wordt, bepalen, waarbij het totaal aantal inwoners in aanmerking is genomen.

Uit de gegevens in nevenstaand overzicht vermeld, zijn de in de daaropvolgende tabel genoteerde uitkomsten afgeleid, waaruit bovenstaande hoeveelheid blijkt.

Tabel IX.

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BEWONERS	SYSTEEM	INHOUD	DOOR- STROOMINGSTIJD
Kastanje ¹ str. 36—38	12	Utrecht ●	3.5 M ³	1) 5 2) 8 3) 6 4) 9 } 7 dagen
Kastanje ¹ str. 28—30	14	Utrecht ○	3.5 M ³	1) 7 2) 9 3) 8 4) 8 } 8 ..
Mahonie ¹ str. 13—15	17	Enschede ●	3.7 M ³	1) 6 2) 4 3) 3 4) 3 } 4 ..
Cypres ¹ str. 2—4	9	Enschede ○	3.7 M ³	1) 10 2) 14 3) 11 4) 13 } 12 ..
Mahonie ¹ str. 23—25	15	de Man ●	3.5 M ³	1) 5 2) 4 3) 6 4) 5 } 5 ..
Kastanje ¹ str. 40—42	12	de Man ○	3.5 M ³	1) 11 2) 10 3) 12 4) 9 } 10 ..

Tabel X.

STRAAT EN HUISNUMMER	INWONERS	SYSTEEM	HOEEVEELH. WATER P. H. EN P. D.
Kastanjestr. 36—38	12	Utrecht ●	42 Liter
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	54 ..
„ 23—25	15	de Man ●	46.5 ..
Kastanjestr. 21—30	14	Utrecht ○	30 ..
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	35 ..
Kastanjestr. 40—42	12	de Man ○	29 ..

Thans mogen de uitkomsten van het chemisch onderzoek worden vermeld. Een moeilijkheid is hier de monsterneming van het ruwe water. Daartoe werd aan den inlaat een bak bevestigd, waar het water in kon stroomen. Door nu op verschillende tijden van den dag uit dien bak monsters van 2.5 liter te nemen en van deze een mengmonster samen te stellen werd eenigszins aan de bezwaren tegemoet gekomen. Door driemaal per week een dergelijk mengmonster in onderzoek te nemen, werden gemiddelden verkregen, die wel is waar geen aanspraak kunnen maken een absoluut juist beeld te geven van het ingaande water, maar waarvan toch gezegd kan worden, dat ze eenigszins beantwoorden aan de eischen aan een dergelijk gemiddelde gesteld.

Het chemisch, zoowel als het bacteriologisch onderzoek, werd direkt na monsterneming uitgevoerd en in de meeste gevallen denzelfden dag beëindigd. Daar per dag meerdere analyses gemaakt moesten worden, kwam het een enkele maal voor, dat een monster een nacht moest overstaan. Dan werden eenige druppels chloroform als conserveermiddel toegevoegd, nadat eerst die grootheden, waarop de chloroform invloed kon uitoefenen, bepaald waren.

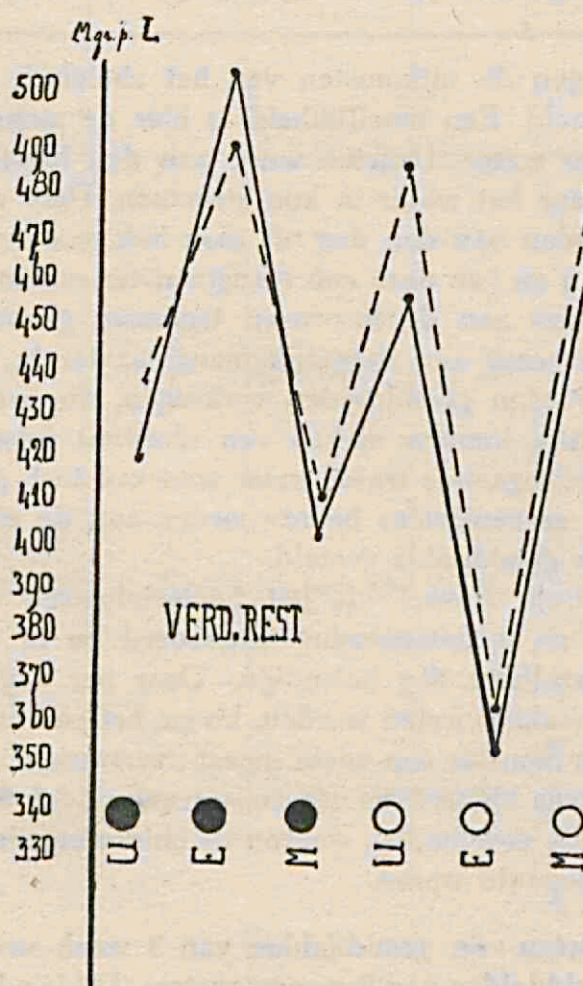
De uitkomsten zijn gemiddelden van 3 week-analyses, dus eigenlijk gemiddelden van 9 mengmonsters. Dit is n.l. het geval

bij de analyses van het ruwe water. Het effluent, dat vrij constant van samenstelling is, werd 3 keer per week, telkens op verschillende tijden geanalyseerd, waartoe aan de contrôleputten monsters werden genomen. Het water stroomt hier vrij geregeld door; slechts een enkele maal was er geen watertoevoer.

Monsters van het ruwe water werden onderzocht in Februari, Maart, Juli en Augustus 1924.

Hierbij werden de volgende resultaten verkregen (zie Tabel XI), welke worden vermeld in mgr. p. L. water aanwezig.

Grafiek II.



Tabel XI.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	AANTAL BEWONERS	WATER P. HOOFD EN P. DAG IN LITERS	REAKTIE	KLEUR	REUK	VERD. REST	GLOEIVERLIES	CHLORIDE	GESUSP. STOF	KM ₁₀ O ₄ GETAL	VRIJEN SAL. AMM.	ORG. N.	NITRIET	NITRAAT	H ₂ S
<i>Februari</i>																
Kastanjestr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	bruin	H ₂ S	412	223	73	875	348	110	37	—	—	19
Mahoniestr. 13—15	E ●	17	54	"	geelbr.	—	472	220	58	775	369	121	32	—	—	—
" 23—25	M ●	15	46.5	"	bruin	—	378	184	72	672	278	79	31	—	—	—
<i>Maart</i>																
Kastanjestr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	bruin	—	374	211	79	795	302	98	30.5	—	—	—
Mahoniestr. 13—15	E ●	17	54	"	"	H ₂ S	503	275	82	807	373	119	38	—	—	12
" 23—25	M ●	15	46.5	"	"	—	407	195	88	732	304	84	29	—	—	—
Kastanjestr. 28—30	U ○	14	30	"	"	—	452	197	74	645	317	141	31	—	—	—
Cypresstr. 2—4	E ○	9	35	"	"	H ₂ S	307	117	28	425	169	79	14	—	—	11
Kastanjestr. 40—42	M ○	12	29	"	"	—	439	207	63	598	294	54	14	—	—	—
<i>Juli</i>																
Kastanjestr. 28—30	U ○	14	30	zw. alk.	bruin	H ₂ S	432	191	59	712	303	110	39	—	—	17
Cypresstr. 2—4	E ○	9	35	"	"	H ₂ S	385	158	39	517	193	84	22	—	—	9
Kastanjestr. 40—42	M ○	12	29	"	"	—	470	239	78	613	301	67	21	—	—	—
<i>Augustus</i>																
Kastanjestr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	bruin	H ₂ S	472	259	89	920	352	121	39	—	—	17
Mahoniestr. 13—15	E ●	17	54	"	"	—	542	301	83	931	367	118	32	—	—	—
" 23—25	M ●	15	46.5	"	"	H ₂ S	433	207	70	812	309	98	35	—	—	22
Kastanjestr. 28—30	U ○	14	30	"	"	—	478	209	71	650	320	119	32	—	—	—
Cypresstr. 2—4	E ○	9	35	"	"	H ₂ S	309	168	22	567	204	77	19	—	—	19
Kastanjestr. 40—42	M ○	12	29	"	"	H ₂ S	467	243	68	675	322	78	24	—	—	7

De effluënten werden aan een onderzoek onderworpen gedurende October, November, gedeelte van December, Januari, Maart, Juni en Juli.

Hieronder volgen de bij dit onderzoek verkregen resultaten (zie Tabel XII en XIII).

Gaan wij thans over tot de bespreking der resultaten aan de hand van bijgaande grafieken, waarin de voornaamste grootheden n.l. verdampingsrest, gloeiverlies, kaliumpermanganaatgetal, vrije en saline ammonia (als mgr. N p. L.) benevens de organische stikstof zijn uitgezet.

De grafieken geven de gemiddelden aan van alle analyses, hierboven vermeld.

Afzonderlijk wil ik nog even vermelden de resultaten van de analyses gedurende Maart en Juli, toen zoowel van het ruwe, als van het gereinigde water analyses zijn gemaakt. In het volgende tabelletje zijn deze uitkomsten naast elkaar geplaatst. Hieruit valt het volgende af te leiden (zie Tabel XIV).

Bij bijna alle systemen een toeneming van verdampingsrest (uitgez. E ● en E ○), afneming van gloeiverlies (uitgez. U ○ en M ●, waarbij het gloeiverlies ongeveer gelijk blijft), vermindering van KMnO_4 getal (uitgez. U ○) en tevens overal een toeneming van het vrije en sal. ammoniagehalte en vermindering van het organisch stikstofgehalte.

Uit de grafieken blijkt nog het volgende:

De *verdampingsrest* (graf. II) is bij de effluënten in alle gevallen groter dan bij het ruwe water, uitgezonderd het systeem Enschede met menagewater, waar een geringe afneming te constateeren valt. Vermoedelijk zullen in dit geval veel vluchtige verbindingen bij rotting zijn ontstaan, terwijl tevens de uitvlokking van kolloidaal opgeloste stoffen mogelijk groter zal zijn geweest. Ook is hier de invloed van een mogelijk minder juiste monsterneming niet te onderschatten.

Tabel XII.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	AANTAL BEWONERS	WATER P. HOOFD EN P. DAG IN LITERS	REAKTIE	KLEUR	REUK	VERD. REST	GLOEIVERLIES	CHLORIDE	GESUSP. STOF	KMnO ₄ GETAL	VRIJE EN SAL. AMM.	ORG. N.	NITRIET	NITRAAT	H ₂ S
<i>October</i>																
Kastanjeſtr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	geelbr.	—	432	198	79	—	295	135	19	—	—	—
Mahoniſtr. 13—15	E ●	17	54	"	"	—	497	219	67	—	304	143	22	—	—	—
" 23—25	M ●	15	46.5	"	"	—	399	188	78	—	227	102	10	—	—	—
Ondiep 138—140	U ●	14	—	"	"	H ₂ S	423	249	98	135	302	112	32	19	—	17
<i>November</i>																
Kastanjeſtr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	geelbr.		400	172	67	62	289	112	22	—	—	—
Mahoniſtr. 13—15	E ●	17	54	"	"		482	212	83	—	307	141	28	—	—	—
" 23—25	M ●	15	46.5	"	"		401	197	62	—	243	98	17	—	—	—
Kastanjeſtr. 28—30	U ○	14	30	"	bruin		479	205	75	—	302	149	22	—	—	—
Cypresſtr. 2—4	E ○	9	35	"	geelbr.		340	119	48	—	139	89	18	—	—	—
Kastanjeſtr. 40—42	M ○	12	29	"	"		478	212	72	53	251	82	7	—	—	—
Ondiep 138—140	U ●	14	—	"	"	H ₂ S	473	301	54	109	279	149	32	12	—	9
<i>December</i>																
Kastanjeſtr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	geelbr.		458	204	73	—	301	137	18	—	—	—
Mahoniſtr. 13—15	E ●	17	54	"	"		478	212	79	—	297	140	17	—	—	—
" 23—25	M ●	15	46.5	"	"		440	243	85	—	304	117	12	—	—	—
Kastanjeſtr. 29—30	U ○	14	30	"	"		501	249	63	—	313	144	19	—	—	—
Cypresſtr. 2—4	E ○	9	35	"	"		378	132	40	—	153	92	15	—	—	—
Kastanjeſtr. 40—42	M ○	12	29	"	"		454	198	72	78	269	74	12	—	—	—

Tabel XIII.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYTEEM	AANTAL BEWONERS	WATER P. HOOFD EN P. DAG IN LITERS	REAKTIE	KLEUR	REUK	VERD. REST	GLOEIVERLIES	CHLORIDE	GESUSP. STOF	KMnO ₄ GETAL	VRIJEENSAL. AMM.	ORG. N.	NITRIET	NIETRAAT	H ₂ S
<i>Januari</i>																
Kastanjestr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	grijs- achtig	—	454	200	73	—	300	141	17	—	—	—
Mahoniestr. 13—15	E ●	17	54	„	geelbr.	—	501	218	55	—	301	140	20	—	—	—
„ 23—25	M ●	15	46.5	„	„	—	402	184	79	—	219	109	13	—	—	—
<i>Maart</i>																
Kastanjestr. 36—38	U ●	12	42	zw. alk.	geelbr.	—	437	194	69	—	294	140	15	—	—	—
Mahoniestr. 13—15	E ●	17	54	„	„	—	488	203	74	—	290	134	22	—	—	—
„ 23—25	M ●	15	46.5	„	„	—	409	197	79	—	223	101	17	—	—	—
Kastanjestr. 28—30	U ○	14	30	„	„	—	483	209	75	—	307	143	20	—	—	—
Cypresstr. 2—4	E ○	9	35	„	„	—	355	131	43	—	143	94	19	—	—	—
Kastanjestr. 40—42	M ○	12	29	„	„	—	465	203	68	—	249	90	12	—	—	—
<i>Juni</i>																
Kastanjestr. 28—30	U ○	14	30	zw. alk.	geelbr.	—	468	207	70	—	304	139	18	—	—	—
Cypresstr. 2—4	E ○	9	35	„	grijs- achtig	—	329	122	55	—	139	87	21	—	—	—
Kastanjestr. 40—42	M ○	12	29	„	„	—	473	209	82	—	254	92	15	—	—	—
<i>Juli</i>																
Kastanjestr. 36—38	U ○	12	42	zw. alk.	bruin	—	448	201	62	—	300	143	17	—	—	—
Mahoniestr. 13—15	E ○	17	54	„	„	—	502	214	74	—	312	128	23	—	—	—
„ 23—25	M ○	15	46.5	„	„	—	394	194	69	—	215	110	14	—	—	—
Kastanjestr. 28—30	U ●	14	30	„	„	—	479	193	73	—	309	139	21	—	—	—
Cypresstr. 2—4	E ●	9	35	„	„	—	362	125	50	—	152	96	15	—	—	—
Kastanjestr. 40—42	M ●	12	29	„	„	—	490	209	68	—	262	82	14	—	—	—

Tabel XIV.

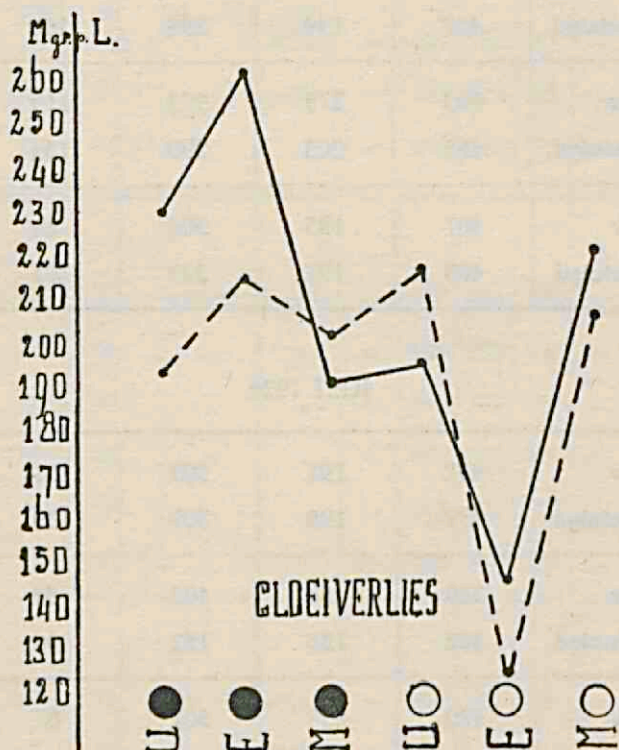
MAART 1924						
		VERD. REST	GLOEI- VERLIES	KMnO ₄ GETAL	VRIJE EN SAL. AMM.	ORG. N.
U ● {	ruw	374	211	302	98	30.5
	gereinigd	437	194	294	140	15
E ● {	ruw	503	275	373	119	38
	gereinigd	488	203	290	134	22
M ● {	ruw	407	195	304	84	29
	gereinigd	409	197	223	101	17

JULI 1924

U ○ {	ruw	432	191	303	110	39
	gereinigd	479	193	309	139	21
E ○ {	ruw	385	158	193	84	22
	gereinigd	362	125	152	96	15
M ○ {	ruw	470	239	301	67	21
	gereinigd	490	209	262	82	14

Het *gloeiverlies* (graf. III) neemt in vier van de zes gevallen af. De hoeveelheid organische stof neemt dus af, waartegenover echter een toeneming van vluchtige stikstofverbindingen staat, o.a. ammoniumzouten. Bij de systemen de Man met- en Utrecht zonder menagewater valt eenige toeneming van het gloeiverlies te constateeren.

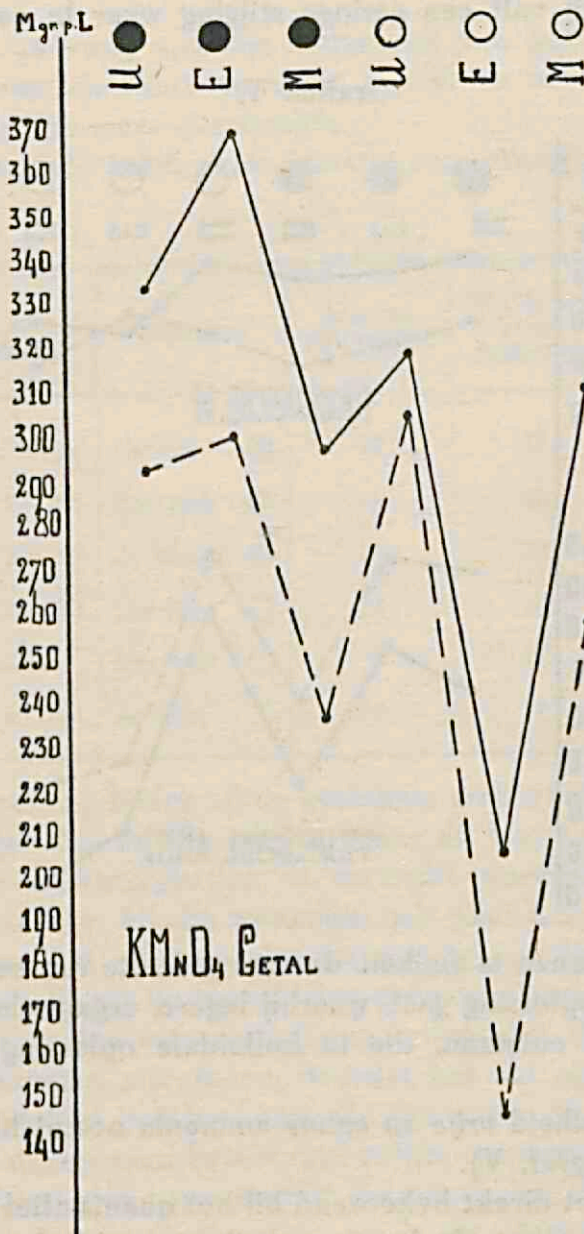
Grafiek III.



Hiertegenover staat een vermindering van het *kaliumpermanganaat*-getal bij alle systemen, geen enkele uitgezonderd. Vergelijkt men de grafiek van kaliumpermanganaat-getal (graf. IV) en die van het gloeiverlies, dan blijkt, dat het eerste wel eenig verband houdt met het laatste, daar beide curven parallel loopen, d.w.z. met een stijging van $KMnO_4$ getal gaat een stijging van het gloeiverlies gepaard. De stijging is echter niet evenredig d.w.z. bij een bepaalde toeneming van het gloeiverlies met een zeker bedrag, geen toeneming van

KMnO_4 getal met hetzelfde bedrag, m. a. w. er bestaat geen rechte evenredigheid tusschen deze beide grootheden. Het zou dan ook verkeerd zijn in één van beide een maat voor de

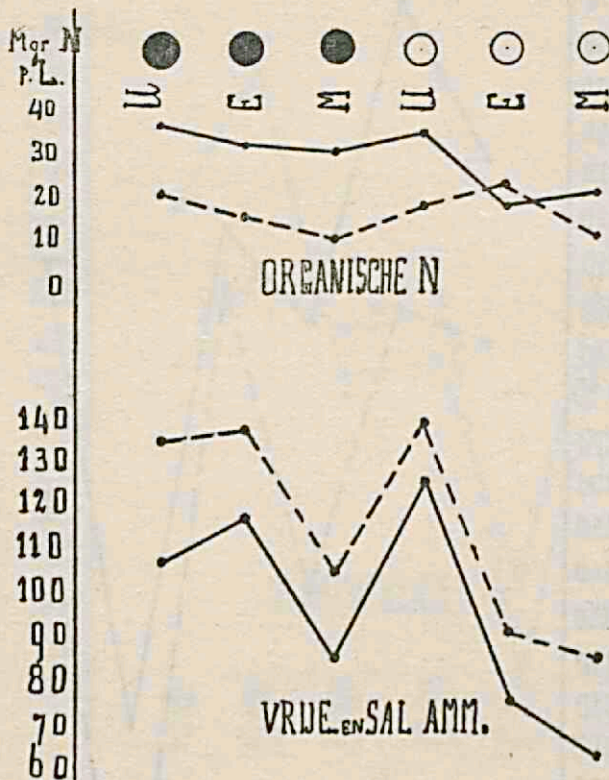
Grafiek IV.



hoeveelheid organische stof te willen zien. In de combinatie van beide heeft men echter twee gegevens, die beter dan één op zichzelf een inzicht geven in die hoeveelheid.

De hoeveelheid *organische stikstof* (graf. V) neemt af in alle gevallen, uitgezonderd het systeem Enschede zonder menage-water. Hierbij valt een geringe stijging waar te nemen, ver-

Grafiek V.



moedelijk hieraan te danken, dat een gedeelte van het stikstofrijke slib in oplossing gaat, waarbij lagere, organische stikstofverbindingen ontstaan, die in kolloidale oplossing gebracht worden.

De hoeveelheid *vrije en saline ammonia* neemt bij alle systemen toe (graf. V).

Hoewel niet direkt behoorend bij het quantitatief chemisch onderzoek van het afvalwater, wil ik hier toch de resultaten

meedeelen van het onderzoek, ingesteld naar de dikte van de schuimlaag en de toeneming dier dikte gedurende het onderzoek. Dit lijkt mij van belang, omdat hieruit misschien eenig verschil is te constateeren tusschen de systemen, waar menagewater op geloosd wordt en die, waarbij dit niet het geval is.

Bij den aanvang van het onderzoek van het ruwe water werd daartoe de dikte gemeten, terwijl op het eind, dus in Augustus zulks weer geschiedde.

Onderstaande tabel geeft hiervan een overzicht.

Tabel XV.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	AANTAL BEWONERS	DIKTE DER LOOG FEBRUARI	DIKTE DER LOOG AUGUSTUS
Kastanje-str. 36—38	Utrecht ●	12	27	32
Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	17	32	39
„ 23—25	de Man ●	15	29	33
Kastanje-str. 28—30	Utrecht ○	14	19	21
Cypresstr. 2—4	Enschede ○	9	21	22.5
Kastanje-str. 40—42	de Man ○	12	22	24

De toeneming is dus bij de systemen met menagewater wel iets grooter dan bij die zonder, maar dit kan evengoed door toevallige omstandigheden veroorzaakt worden. Het aantal inwoners is bijv. bij die systemen ook juist het grootst.

Daar met het menagewater meer vetten in den put komen dan zonder dit, en de vetsplitsing zeer langzaam plaats vindt, zal dit misschien een nadeeligen invloed op de biologische werking kunnen uitoefenen, doordat het vet ook andere organische stoffen insluiten kan, die dan tegen de werking van de micro-organismen beschermd zullen worden.

Het vet zal zich vanwege zijn laag S. G. het meest aan den bovenkant der put verzamelen, dus in de schuimlaag.

De organische stoffen zouden daardoor misschien niet verder in rotting kunnen overgaan.

Om dezen invloed te leeren kennen werd het volgende nagegaan:

- 1^e het *vetgehalte* van de schuimlaag;
- 2^e het gehalte aan organische stikstof van de schuimlaag;
- 3^e gloeiverlies;
- 4^e watergehalte.

Het *vetgehalte* werd op de volgende wijze bepaald. Een bepaalde hoeveelheid slib wordt met ontwaterd natriumsulfaat gemengd en gedroogd. Daarna wordt met petroleum-aether geëxtraheerd. Het extract zal niet uitsluitend bestaan uit vet, maar tevens uit andere organische stoffen. In het vervolg zal dan ook niet verder gesproken worden over het *vetgehalte*, maar over het P. Ae. extract.

De gevonden cijfers zijn gemiddelden van 3 analyses van monsters, die op verschillende plaatsen in de laag genomen zijn.

Tabel XVI.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	AANTAL BEWONERS	P. AE- EXTRACT	ORG. N.	GLOEI- VERLIES	WATER- GEHALTE
Kastanjestr. 36—38	Utrecht ●	12	2.7 %	1.8 %	37 %	82 %
Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	17	3.2 %	2.4 %	34 %	73 %
„ 23—25	de Man ●	15	2.9 %	1.7 %	39 %	79 %
Kastanjestr. 28—30	Utrecht ○	14	1.7 %	1.9 %	40 %	78 %
Cypresstr. 2—4	Enschede ○	9	0.9 %	1.7 %	36 %	80 %
Kastanjestr. 40—42	de Man ○	12	1.4 %	2. %	33 %	80 %

Hieruit blijkt dus, dat het P. Ae. extract bij de verschillende systemen uiteenloopt, al naar gelang er menagewater, of geen

menagewater wordt opgeloozd. Dat dit echter op de rotting in de schuimlaag eenigen invloed heeft, blijkt nergens uit. Gloeiverlies en organische stikstof ontloopen elkaar niet op in het oogvallende wijze.

Hoe is het met de quantitatieve samenstelling van het zich bij de rotting ontwikkelende gas bij de verschillende systemen? Is er nog verschil te zien bij, en zonder toevoeging van menagewater?

Hiertoe werd het tankwater met het slib in een gashouder van 3 Liter gedaan, deze geheel gevuld, zoodat geen zuurstof kon toetreden en het zich na verloop van 14 dagen ontwikkelde gas, quantitatief geanalyseerd. Het gas bleek te bestaan uit CO_2 , CH_4 , N_2 en H_2 . Ook kwamen sporen H_2S voor, maar die zijn te verwaarloozen.

De gasanalyses gaven de volgende resultaten:

Tabel XVII.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	SAMENSTELLING IN %			
		CO_2	H_2	CH_4	N_2
Kastanje-str. 36—38	Utrecht ●	4	35	32	29
Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	3	31	29	37
„ 23—25	de Man ●	7	34	30	29
Kastanje-str. 28—30	Utrecht ○	2	29	35	34
Cypresstr. 2—4	Enschede ○	7	33	25	35
Kastanje-str. 40—42	de Man ○	5	39	30	26

Het gas is dus zeer wisselend van samenstelling, maar bij de systemen onderling en bij die met en zonder menagewater is geen in het ooglopend verschil in samenstelling te constateeren. Geen der bestanddeelen is op den voorgrond tredend. De gasontwikkeling, dus ook het rottingsproces staat schijnbaar niet onder invloed van het toegevoegde menagewater.

Aan het einde van het overzicht der uitkomsten van het chemisch onderzoek gekomen zijnde, ga ik over tot de bespreking van de uit dit onderzoek te trekken conclusies, om aan het einde van het volgende hoofdstuk, handelend over het quantitatief bacteriologisch onderzoek, de eindconclusies vast te stellen.

Uit het voorgaande dan blijkt:

- 1^e invloed van het menagewater op de samenstelling van het effluent is niet te constateeren.
- 2^e de reinigende werking wordt door de aanwezigheid van het menagewater niet geschaad.
- 3^e de systemen werken alle op dezelfde wijze en in gelijke mate.

LITTERATUUR.

Codex Alimentarius. Afd. „Water“.

Baucher, F. L'Epuration biologique des eaux résiduaires.

Farnsteiner, Bittenberg u. Korn. Leitfaden für die chemische Untersuchung von Abwässer.

Kolthoff, I. M. Iets over het onderzoek van drinkwater.

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK.

In de eerste plaats is van het water bepaald het aantal bacteriën, dat in staat is op bouillon-gelatine en bouillon-agar koloniën te vormen bij het kweken onder aërobe omstandigheden bij een temperatuur van 15° C. en van 35° C.

Ofschoon het aantal micro-organismen, dat op deze wijze zijn aanwezigheid verraaft, slechts een gedeelte der werkelijk aanwezige bacteriën is, heeft de ervaring geleerd, dat men hierbij uitkomsten verkrijgt, die voor de beoordeeling van den graad van zelfreiniging eenige beteekenis hebben. Een zich krachtig ontwikkelende bacterieflora zal n.l. een gunstigen invloed op de reiniging uitoefenen.

Beter ware het, te kweken op water-agar en water-gelatine, zooals de *W a a l* dit aangeeft, waarbij men dus het water, dat men onderzoekt, tegelijkertijd als voedingsbodem invoert, waaraan het voordeel is verbonden, dat de micro-organismen min of meer blijven in de omgeving, waarin zij oorspronkelijk leefden en zodoende in de voor velen van hen meest gunstige voorwaarden. Het aantal koloniën, dat op deze wijze gevormd wordt, is voor betrekkelijk zuivere watermonsters het grootst. Voor de *praktijk* is een dergelijke werkwijze echter te tijdroovend en tevens zonder groot belang, daar de micro-organismen, die op deze wijze hun aanwezigheid verraden, meest tot de gemeene waterbacteriën behooren.

Wel drage men er zorg voor, steeds den voedingsbodem op dezelfde wijze te bereiden en ze steeds een zelfde waterstof-ionenconcentratie te geven. Alleen op deze wijze kan men onderling vergelijkbare resultaten verwachten.

Vele van de aanwezige bacteriën vinden in het aan organische stof zoo rijke afvalwater een goede voedingsbodem, waardoor haar aantal zeer snel toeneemt.

Daarom is het zaak, zoo snel mogelijk na monsterneming de quantitatieve onderzoekingen te beginnen. Tegenover deze toeneming staat een voortdurend verdwijnen van die organis-

men, welke in het te onderzoeken water niet de vereischte levensvoorwaarden vinden en in den strijd om het bestaan ten ondergaan. Meegesleept door zinkende bestanddeelen, zakken zij naar den bodem, waar zij weer, nadat zij in ontleding zijn overgegaan, tot voedsel voor beter bij de samenstelling van het water passende soorten dienen.

Een andere oorzaak van vermindering van het bacteriegehalte is de volgende: de bacteriën worden door een aantal lagere, dierlijke organismen, zooals protozoën, die in zeer grooten getale en in velerlei soorten in het water voorkomen, als voedsel gebruikt. Bij nader onderzoek bleek, dat protozoën in groote hoeveelheid en in vele soorten aanwezig waren. Het optreden van deze bacterievernietiging is echter gebonden aan een bepaalden reinigingsgraad, waarbij het optreden van bovengenoemde organismen eerst mogelijk is. In den put schijnt deze nog niet bereikt te worden, daar zooals blijkt uit de hiernavolgende uitkomsten het bacteriegehalte van de effluënten hooger is, dan dat van het ruwe water.

Toch dient hier bovengenoemde bacterievernietiging besproken te worden.

Löw en Pettenkofer zagen in de algen de bacteriereinigers van het water. Hilsu m, die een uitgebreide studie maakte van de zelfreiniging in een zwembad te Amsterdam, zag in de afneming van het aantal bacteriën een strijd om het bestaan dier soorten onderling.

Deze theorieën bevredigen echter geenszins, daar zij de snelle bacterievermindering niet kunnen verklaren.

Emmerich en Gm und nu vestigden er de aandacht op, dat protozoën in het algemeen en flagellaten in het bijzonder, in korten tijd een groot aantal bacteriën kunnen verslinden.

Na hen zijn het Hunte m ü l l e r, Stokvis en Swel len grebel geweest, die overtuigend bewezen, dat die snelle afneming van het aantal bacteriën te verklaren is, door de vraatlust der protozoën.

Hunte m ü l l e r zag, door een bepaalde kleurmethode toe te passen, onder het microscoop, dat bacteriën in grooten getale door flagellaten werden opgenomen.

Naar aanleiding van deze en nog vele andere proeven besluit hij:

„Durch diese Versuche und microscopische Befunde ist es wohl über allen Zweifel festgestellt, dass die Vernichtung der Bakteriën im Wasser nicht durch das Überwuchern und die Konkurrenz sonder hauptsächlich auf die Tätigkeit der Protozoën zurück zu führen ist.“

Door de gecombineerde werking van bacteriën en dierlijke organismen en door de bezinking, komt het reinigingsproces voor een zeer groot deel tot stand.

De kweektemperatuur was voor agarplaten 37° C., voor gelatineplaten 15° — 20° C. Verschillende, in het water voorkomende bacteriën groeien alleen bij 15° — 20° C. goed, terwijl de micro-organismen afkomstig uit den darm van mensch en warmbloedige dieren bij 37° C. hun beste levensvoorwaarden vinden.

Uit de onderzoekingen van Prescott en Winslow is gebleken, dat bij zuiver water, de verhouding tusschen het aantal bacteriën, groeiende op gelatine en op agar, ongeveer is als 10 : 1. Bij sterk verontreinigd water, dus in dit geval, zal die verhouding ten voordeele van de agar veranderen. Bij dit onderzoek zal die verhouding t. o. v. agar nog iets gunstiger worden, omdat hier natuurlijk zeer vele bacteriën uit den darm van den mensch te verwachten zijn en op agar bij 37° C. goed worden gekweekt.

Naast het aantal aëroob groeiende organismen, wordt het aantal anaëroob groeiende bepaald. Daar de werking in den put onder anaërobe omstandigheden plaats vindt, zal een groot aantal anaëroob groeiende bacteriën wijzen op een goede werking van den beerput.

De kweektemperatuur is dezelfde als onder aërobe omstandigheden. Het kweken geschiedt in een ruimte gesloten met een driewegkraan. In de ruimte wordt een bakje met pyrogallol geplaatst, waarna de platen erin gebracht worden.

Vervolgens wordt hoog geëvacueerd en daarna door middel van een trechtervormige verwijding, op den kraan aange-

bracht, loog toegevoegd, zonder dat de lucht kan toetreden.

Tenslotte wordt de ruimte geheel met waterstof gevuld, zoodat men de zekerheid heeft onder anaërobe omstandigheden te werken.

Deze bepalingen, onder aërobe en anaërobe omstandigheden gedaan, geven het quantitatief bacteriologisch onderzoek weer.

Er is bij dit onderzoek niet gelet op het aantal soorten, dat aanwezig is, daar dit een onderwerp van bespreking op zich zelf zou kunnen uitmaken, en bovendien zeer veel tijd zou vereischen. 'k Heb me dan ook bepaald tot het controleeren van het uiterlijk der koloniën op gelatine, zoowel als op agar en daaruit meen ik te mogen afleiden, dat het aantal soorten van micro-organismen van het effluent veel kleiner is, dan van het ruwe water.

Dit is trouwens niet te verwonderen, wanneer men bedenkt, dat alleen die micro-organismen, welke zeer bepaalde omzettingen kunnen bewerkstelligen, in het afvalwater zich een behoorlijk bestaan verzekerd vinden, terwijl die soorten, welke deze functies niet bezitten, gedurende het rottingsproces ten gronde gaan of althans merkbaar op den achtergrond zullen geraken.

De uitkomsten hier meegedeeld, zijn de gemiddelden van 10 platen, elk van 2 series van 5 platen, op twee achtereenvolgende dagen en zijn opgegeven als het aantal micro-organismen per cm^3 . oorspronkelijk water aanwezig 1).

Het aantal gelatinevervloeiende micro-organismen wordt afzonderlijk vermeld, daar dit, bij het vermogen van het water om eiwitten te splitsen, van belang is.

Tevens is het aantal schimmels onder aërobe omstandigheden groeiend genoteerd. Deze bleken in de meeste gevallen te bestaan uit *Penicillium glaucum*.

Hieronder volgen de uitkomsten gedurende *November, Januari en Mei* van de effluenten der verschillende systemen verkregen.

1) Het tellen geschiedt voor gelatineplaten na 2×24 uren, voor agarplaten na 3×24 uur.

Tabel XVIII.

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BEWONERS	SYSTEEM	GELATINE		AGAR		VERVLOEIERS ANAEROOB	SCHIMMELS
			AEROOB	ANAEROOB	AEROOB	ANAEROOB		
November.								
Kastanjestraat 36-38	12	Utrecht ●	7.250.000	13.700.000	3.400.000	2.500.000	500.000	15
Mahoniestraat 13-15	17	Enschede ●	12.200.000	15.000.000	6.500.000	4.250.000	3.000.000	27
„ 23-25	15	de Man ●	8.000.000	11.000.000	5.300.000	6.000.000	2.000.000	23
Kastanjestraat 28-30	14	Utrecht ○	4.300.000	5.300.000	3.000.000	2.900.000	110.000	7
Cypresstraat 2-4	9	Enschede ○	5.500.000	9.250.000	2.000.000	2.250.000	500.000	21
Kastanjestraat 40-42	12	de Man ○	6.300.000	5.000.000	3.000.000	3.500.000	800.000	19
Januari.								
Kastanjestraat 36-38	12	Utrecht ●	9.000.000	11.700.000	4.200.000	3.800.000	300.000	16
Mahoniestraat 13-15	17	Enschede ●	10.000.000	11.200.000	5.400.000	3.800.000	1.500.000	29
„ 23-25	15	de Man ●	8.000.000	9.000.000	3.500.000	2.750.000	1.000.000	21
Cypresstraat 2-4	9	Enschede ○	6.250.000	8.000.000	2.200.000	2.000.000	400.000	14
Kastanjestraat 40-42	12	de Man ○	5.800.000	2.300.000	1.800.000	3.000.000	750.000	4
Kastanjestraat 28-30	14	Utrecht ○	5.300.000	6.400.000	2.750.000	3.000.000	90.000	22
Mei.								
Kastanjestraat 36-38	12	Utrecht ●	9.000.000	15.000.000	5.000.000	6.500.000	1.100.000	2
Mahoniestraat 13-15	17	Enschede ●	17.000.000	22.000.000	7.000.000	9.000.000	900.000	—
„ 23-25	15	de Man ●	11.000.000	13.000.000	4.500.000	5.500.000	1.200.000	14
Kastanjestraat 28-30	14	Enschede ○	6.500.000	11.000.000	3.000.000	4.500.000	120.000	24
Cypresstraat 2-4	9	de Man ○	7.500.000	12.000.000	5.000.000	7.800.000	230.000	—
Kastanjestraat 40-42	12	Utrecht ○	7.000.000	10.000.000	5.000.000	6.000.000	300.000	—

In de volgende tabel zijn opgenomen de resultaten van het
quantitatief bacteriologisch onderzoek van het ruwe water

gedurende de maanden *Maart*, *Juni* en *Juli*, waarbij hetzelfde geldt als bij de voorgaande tabel in meegedeeld.

Tabel XIX.

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BEWONERS	SYSTEEM	GELATINE		AGAR		VERVLOEIEERS ANAEROOB	SCHIMMELS
			AEROOB	ANAEROOB	AEROOB	ANAEROOB		
Maart.								
Kastanjestraat 36-38	12	Utrecht ●	3.500.000	6.500.000	2.000.000	3.400.000	200.000	3
Mahoniestraat 13-15	17	Enschede ●	7.000.000	9.500.000	4.500.000	6.000.000	1.300.000	12
„ 23-25	15	de Man ●	4.200.000	7.000.000	3.000.000	5.000.000	700.000	17
Kastanjestraat 28-30	14	Utrecht ○	3.000.000	4.000.000	1.750.000	2.500.000	50.000	—
Cypresstraat 2-4	9	Enschede ○	2.200.000	4.000.000	1.500.000	2.700.000	110.000	—
Kastanjestraat 40-42	12	de Man ○	4.200.000	4.900.000	2.000.000	3.500.000	110.000	—
Juni.								
Kastanjestraat 36-38	12	Utrecht ●	4.200.000	7.000.000	2.200.000	3.200.000	220.000	—
Mahoniestraat 13-15	17	Enschede ●	9.000.000	10.000.000	5.300.000	7.000.000	900.000	—
„ 23-25	15	de Man ●	5.000.000	6.500.000	3.400.000	4.000.000	300.000	—
Kastanjestraat 28-30	14	Utrecht ○	3.250.000	3.000.000	900.000	1.300.000	70.000	16
Cypresstraat 2-4	9	Enschede ○	4.200.000	7.000.000	1.900.000	2.300.000	190.000	—
Kastanjestraat 40-42	12	de Man ○	5.500.000	7.200.000	2.200.000	3.200.000	40.000	14
Juli.								
Kastanjestraat 36-38	12	Utrecht ●	5.000.000	8.500.000	2.500.000	3.500.000	220.000	—
Mahoniestraat 13-15	17	Enschede ●	11.000.000	14.000.000	4.000.000	7.000.000	1.400.000	—
„ 23-25	15	de Man ●	6.000.000	7.000.000	3.000.000	5.000.000	80.000	—
Kastanjestraat 28-30	14	Utrecht ○	4.000.000	6.000.000	2.000.000	4.000.000	75.000	—
Cypresstraat 2-4	9	Enschede ○	5.000.000	7.000.000	3.500.000	4.000.000	110.000	—
Kastanjestraat 40-42	12	de Man ○	6.000.000	11.000.000	4.000.000	5.500.000	400.000	—

Uit deze uitkomsten blijkt dus het volgende:

Onder *anaërobe* omstandigheden wordt over het algemeen het grootst aantal bacteriën gevonden, hetgeen ook niet te verwonderen is, daar het geheele reinigingsproces onder anaërobe omstandigheden plaats vindt, en zich zodoende dus een anaërobe micro-flora ontwikkelen zal.

Tevens blijkt, dat bij de systemen, waarop menagewater geloosd wordt, steeds het hoogste aantal bacteriën gevonden wordt. Komt dit nu, omdat het toegevoegde menagewater rijker aan bacteriën is, of wordt de vloeistof door die toevoeging een geschikter voedingsbodan, waardoor een snelle vermeerdering plaats vindt?

Het aantal bacteriën van het *ruwe water* is steeds *kleiner*, dan dat van het effluent, hetgeen van zelfsprekend is, daar de bacteriën in de tank eerst onder de voor hen meest gunstige omstandigheden komen, waarvan het gevolg is, dat een snelle vermeerdering plaats vindt.

Ook het aantal gelatine-vervloeiende, dus eiwitsplitsende micro-organismen, die dus bij de zelfreiniging van belang zijn, vraagt de aandacht. Het blijkt, dat bij toevoeging van menagewater dit aantal belangrijk grooter is dan zonder die toevoeging, zoodat ook in dit geval een *gunstige* werking van het menagewater te verwachten is.

Men dient hierbij echter niet uit het oog te verliezen, dat ook toevallige omstandigheden hier een rol kunnen spelen, en dat het voorkomen van een groot aantal eiwitsplitsende micro-organismen in menagewater niet ten alle tijde en bij alle soorten menagewater een vaststaand feit behoeft te zijn.

Ofschoon niet onmiddellijk behoorend bij het eigenlijke quantitatief bacteriologisch onderzoek moge in dit hoofdstuk tevens behandeld worden de z.g. *incubatie*-proef, d.i. een proef, die aangeeft of een effluent nog voor rotting vatbaar is, en dus een praktische beoordeeling van het reinigingsproces toelaat.

De proef, welke bestaat uit de ontkleuring van een waterige methyleenblauwoplossing van bepaalde sterkte onder anaërobe omstandigheden, zou berusten op de vorming van

zwavelwaterstof, maar in niet mindere mate is het een proef, die afhankelijk is van het aantal en de soort bacteriën, die zich in het water bevinden en in staat zijn reductieve omzettingen in het leven te roepen door afscheiding van fermenten. Daarom lijkt het mij hier de meest geschikte plaats deze proef te behandelen.

Tevens werden gedurende enkele maanden nog de volgende proeven ingezet:

- 1^e de reductie t. o. v. een kaliumnitraatoplossing wordt bepaald;
- 2^e de hoeveelheid zuurstof, die het water in staat is op te nemen wordt bepaald.

Ook deze beide proeven hangen ten nauwste samen met de bacteriologische gesteldheid van het water en verdienen in dit hoofdstuk vermelding.

A. Incubatieproef.

Deze wordt als volgt uitgevoerd:

- 1^e *zonder* toetreding van lucht, waartoe een fleschje van 200 cc. geheel met het te onderzoeken water wordt gevuld en met een caoutchouc kurkje, dat een doorboring heeft, wordt afgesloten. Aan dit monster wordt toegevoegd 1 cc. methyleenblauwoplossing, die 1 gram methyleenblauw per L. bevat, en het geheel, door een glazen staafje afgesloten, bij 37° C. in de broedstoof geplaatst.

Nagegaan wordt na welken tijd ontkleuring plaats vindt.

- 2^e dezelfde proef wordt uitgevoerd bij aanwezigheid van 5% lucht, omdat bovenstaande proef, waarbij de lucht absoluut uitgesloten wordt, hoger eischen stelt, dan waaraan een effluent in werkelijkheid behoeft te voldoen, omdat het nooit geheel buiten aanraking met de lucht blijft.

In de volgende tabellen zijn de uitkomsten genoteerd waaraan de effluënten voldeden gedurende *November, Januari, Mei, Juli* en een gedeelte van *Augustus*, waarbij opgemerkt dient te worden, dat het ruwe water steeds *binnen 2 × 24 uur* ontkleuring geeft.

Tabel XX. 1^e zonder toetreding van lucht:

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BEWONERS	SYSTEEM	TIJD NA WELKE ONTKLEURING		
			I	II	III
November					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	2 × 24 uur	3 × 24 uur	3 × 25 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	3 ..	2 ..	3 ..
„ 23—25	15	de Man ●	3 ..	4 ..	4 ..
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	3 ..	4 ..	4 ..
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	3 ..	4 ..	4 ..
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	3 ..	4 ..	4 ..
Januari					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	3 × 24 uur	3 × 24 uur	2 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	2 ..	2 ..	2 ..
„ 23—25	15	de Man ●	3 ..	4 ..	3 ..
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	3 ..	2 ..	2 ..
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	4 ..	5 ..	5 ..
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	3 ..	4 ..	4 ..
Mei					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	3 × 24 uur	2 × 24 uur	4 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	2 ..	3 ..	3 ..
„ 23—25	15	de Man ●	2 ..	2 ..	2 ..
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	3 ..	3 ..	3 ..
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	2 ..	3 ..	2 ..
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	3 ..	3 ..	3 ..
Juli					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	4 × 24 uur	4 × 24 uur	3 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	3 ..	4 ..	4 ..
„ 23—25	15	de Man ●	3 ..	3 ..	2 ..
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	3 ..	2 ..	3 ..
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	3 ..	3 ..	4 ..
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	4 ..	4 ..	2 ..
Augustus					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	3 × 24 uur	4 × 24 uur	—
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	3 ..	3 ..	—
„ 23—25	15	de Man ●	4 ..	3 ..	—
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	4 ..	3 ..	—
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	4 ..	3 ..	—
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	2 ..	4 ..	—

2^e met 5% lucht:

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BEWONERS	SYSTEEM	TIJD NA WELKE ONTKLEURING		
			I	II	III
<i>November</i>					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	5 × 24 uur	4 × 24 uur	4 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	6 „	6 „	6 „
„ 23—25	15	de Man ●	4 „	4 „	5 „
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	4 „	4 „	4 „
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	6 „	6 „	6 „
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	4 „	4 „	4 „
<i>Januari</i>					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	5 × 24 uur	4 × 24 uur	4 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	4 „	4 „	3 „
„ 23—25	15	de Man ●	5 „	4 „	5 „
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	4 „	4 „	3 „
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	4 „	5 „	5 „
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	4 „	5 „	4 „
<i>Mei</i>					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	4 × 24 uur	5 × 24 uur	5 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	5 „	5 „	5 „
„ 23—25	15	de Man ●	4 „	4 „	5 „
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	3 „	5 „	5 „
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	5 „	4 „	4 „
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	5 „	5 „	5 „
<i>Juli</i>					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	6 × 24 uur	5 × 24 uur	5 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Edschede ●	4 „	4 „	6 „
„ 23—25	15	de Man ●	4 „	5 „	5 „
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	4 „	5 „	4 „
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	5 „	6 „	6 „
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	4 „	5 „	4 „
<i>Augustus</i>					
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	6 × 24 uur	6 × 24 uur	4 × 24 uur
Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	6 „	4 „	—
„ 23—25	15	de Man ●	5 „	5 „	—
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	4 „	4 „	—
Cypresstr. 2—4	9	Enschede ○	5 „	5 „	—
Kastanjcstr. 40—42	12	de Man ○	5 „	4 „	—

Daar in 't algemeen aangenomen wordt, dat een effluent niet meer voor rotting vatbaar is, wanneer binnen 6×24 uur geen ontkleuring plaats vindt ¹⁾, blijken de effluents der verschillende systemen op een enkele uitzondering na niet aan dien eisch te voldoen.

Hoe is het gesteld met de hoeveelheid zuurstof, die het water in bepaalde tijden in staat is op te nemen en loopt die hoeveelheid bij het ruwe water en het effluent uiteen?

Bij de tot nu toe gevolgde werkwijze zijn nog geen in het oog loopende verschillen tusschen de systemen onderling te ontdekken; mogelijk, dat dit onderzoek daartoe leidt.

Teneinde dit te kunnen nagaan worden in stopfleschjes van 100 cc. inhoud gemengd, 10 cc. afvalwater met 90 cc. met zuurstof verzadigd gedestilleerd water. Na de fleschjes, die geheel gevuld en goed zijn afgesloten, zoodat geen lucht kan toetreden, bij 15° — 20° C. te hebben geplaatst, wordt na 1, 2, 3 etc. uren het zuurstofgehalte, volgens den Codex Alimentarius, bepaald, waarnaast een blanco-proef van dezelfde hoeveelheid met zuurstof verzadigd gedestilleerd water wordt ingezet.

De resultaten worden hier genoteerd als het aantal cc. 0,01 N. thiosulfaat, die teruggetitreerd worden.

Tabel XXI.

	STRAAT EN HUISNUMMER	BE- WONERS	SYSTEEM	1 UUR	2 UUR	3 UUR	5 UUR	7 UUR	16 UUR	Blanco
Effluent gedurende Juni	Kastanje-str. 36—38	12	Utrecht ●	31.5	30.3	29.4	27.8	27.3	27.2	32.7
	Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	30.7	28.9	27.3	25	24.2	23.6	"
	" 23—25	15	de Man ●	28.8	25.7	24.7	23.6	—	22.2	"
	Kastanje-str. 28—20	14	Utrecht ○	27.3	25.4	24.3	23.6	23.1	22.9	29.3
	Cypresstraat 2—4	9	Enschede ○	28	26.9	26	25	24.9	24.9	29.3
	Kastanje-str. 40—42	12	de Man ○	25.7	23.6	22.1	21	20.5	19.3	29.3
Ruw water gedurende Juni	Kastanje-str. 36—38	12	Utrecht ●	31.7	30.9	29.8	28.2	27.9	27.9	32.3
	Mahoniestr. 13—15	17	Enschede ●	31.2	29.3	27.8	25.3	24.6	24.5	"
	" 23—25	15	de Man ●	29.2	25.9	25.1	23.9	23.6	22.9	"
	Kastanje-str. 28—30	14	Utrecht ○	30.8	28.8	27.7	27.1	26.6	26.5	"
	Cypresstraat 2—4	9	Enschede ○	31.5	30.3	29.6	28.4	27.4	27.1	"
	Kastanje-str. 40—42	12	de Man ○	29.3	27.2	25.7	24.5	23.9	23.4	"

1) Dit is empirisch vastgesteld.

Gedurende de maand *Juli* werden de volgende uitkomsten verkregen:

Tabel XXII.

STRAAT EN HUISNUMMER	AANTAL BE- WONERS	SYSTEEM	1 uur	2 uur	3 uur	5 uur	7 uur	16 uur	Blanco
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	30.9	29.6	28.7	27	26.4	25.9	32.9
Mahoniſtr. 13—15	17	Enschede ●	29.9	28	26.2	24	23.1	22.8	„
„ 23—25	15	de Man ●	27.3	23.8	22.7	—	21.9	21.2	„
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	26	24.1	23	22.1	21.2	—	„
Cypresſtraat 2—4	9	Enschede ○	26.3	24.6	23.3	22.5	21.9	21	„
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	24.8	22.3	21	20.2	19.2	18.5	„
Kastanjeſtr. 36—38	12	Utrecht ●	31	30.9	29.2	27.4	26.9	26.1	32.4
Mahoniſtr. 13—15	17	Enschede ●	30.2	28.3	26.4	24	23.2	22.6	„
„ 23—25	15	de Man ●	27.5	23.9	22.9	22.4	21.8	21.1	„
Kastanjeſtr. 28—30	14	Utrecht ○	26.5	24.4	23.5	22.6	21.6	—	„
Cypresſtraat 2—4	9	Enschede ○	26.7	24.8	23.7	22.9	21.7	20.9	„
Kastanjeſtr. 40—42	12	de Man ○	25.3	22.9	21.4	20.5	19.4	18.3	„

Uit bovenſtaande gegevens blijkt, dat het zuurstof opnemend vermogen van de effluënten in 't algemeen grooter is, dan dat van het ruwe water, waaruit blijkt, dat de zich in het effluent bevindende bestanddeelen gemakkelijk oxydabel zijn. Daar, waar menagewater op de putten geloosd wordt, is over het algemeen de hoeveelheid zuurstof, die opgenomen wordt iets grooter dan daar, waar dit niet het geval is; maar dit verschil is zoo gering, dat het van weinig beteekenis is.

Verder blijkt uit deze gegevens nergens, dat het eene systeem boven het ander de voorkeur zou verdienen.

Opgemerkt dient te worden, dat gecontroleerd werd, of in

het effluent en ruw water zuurstof aanwezig was, doch steeds met negatief resultaat.

Ook is van dezelfde effluenten en van dezelfde monsters ruw water het reduceerend vermogen t. o. v. een kalium-nitraatoplossing bepaald. Hiertoe werden 25 cc. water gemengd met 75 cc. kaliumnitraatoplossing, die per Liter 180 mgr. NO_3' bevat en in geheel gevulde en goed gesloten fleschjes bij 15—20° C. geplaatst. Het gebruikte kaliumnitraat is nitriet vrij, wat met het reagens van Griess - Romijn geconstateerd werd.

Na 2, 4, 6, etc. uur wordt nagegaan hoeveel NO_2' er gevormd is, waartoe de nitrietbepaling uit den Codex Alimentarius gevolgd is. De uitkomsten worden hier uitgedrukt in milligrammen NO_2' gevormd door 10 L. water.

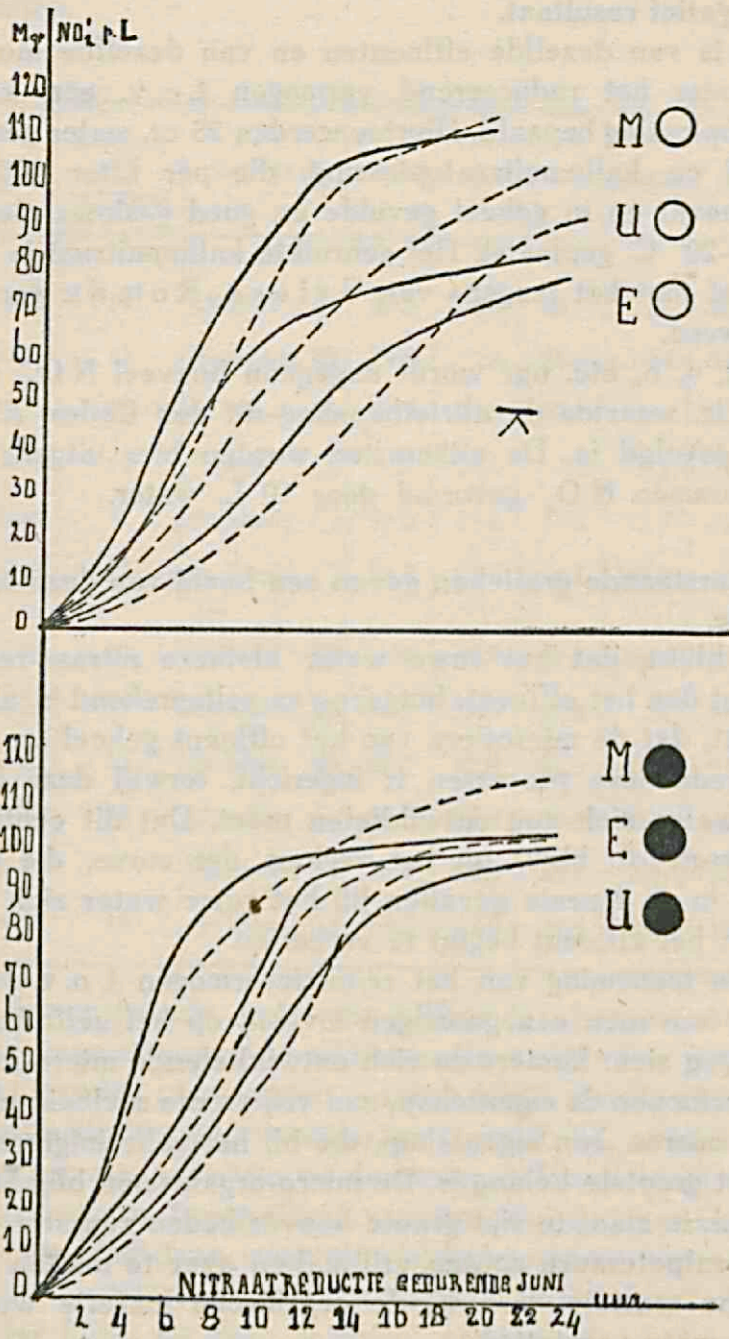
Achterstaande grafieken geven een beeld van deze nitraat-reductie.

Het blijkt, dat het ruwe water kleinere nitraat-reductie vertoont dan het effluent, hetgeen van zelfsprekend is, als men bedenkt, dat de microflora van het effluent geheel op dergelijke, reductieve processen is ingericht, terwijl deze bij het ruwe water zich nog ontwikkelen moet. Dat dit echter vrij snel geschiedt, blijkt uit het verloop der curve, die binnen 24 uur in de meeste gevallen bij het ruwe water zich boven die van het effluent begint te verheffen.

In de toeneming van het reductievermogen t. o. v. kalium-nitraat kan men een gunstigen invloed op het zelfreinigingsvermogen zien. Immers de zich ontwikkelende micro-organismen vertoonen de eigenschap, met vrij groote snelheid nitraten te reduceeren, een eigenschap, die bij het zelfreinigingsproces van het grootste belang is. De micro-organismen blijken hierdoor n.l. in staat te zijn groote hoeveelheden zuurstof, die zij uit de salpeterzure zouten vrij maken over te dragen op organische materie, m. a. w. de organische materie wordt in groote mate vernietigd.

Is er onderscheid te zien tusschen de systemen, waarop menagewater wordt geloosd en die waar dit niet het geval is?

Grafiek VI.



Tabel XXIII.

	STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	AANTAL BE- WONERS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24 uur
Effluent gedurende Juni	Kastanjestr. 36—38	Utrecht ●	12	8	16	27	40	53	68	82	90	96	100	—
	Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	17	12	23	37	—	—	95	—	—	100	—	116
	„ 23—25	de Man ●	15	17	36	72	90	—	—	—	103	—	—	109
	Kastanjestr. 28—30	Utrecht ○	14	9	20	39	56	66	71	75	78	80	80	89
	Cypresstr. 2—4	Enschede ○	9	4	10	17	25	37	51	—	—	70	74	—
	Kastanjestr. 40—42	de Man ○	12	12	27	54	74	87	96	102	—	—	—	117
Ruw water gedurende Juni	Kastanjestr. 36—38	Utrecht ●	12	6	13	22	34	—	—	—	95	100	—	—
	Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	17	10	20	33	52	—	—	—	101	104	107	—
	„ 23—25	de Man ●	15	17	34	53	78	—	—	—	108	111	114	—
	Kastanjestr. 28—30	Utrecht ○	14	7	15	28	43	58	—	—	83	90	—	104
	Cypresstr. 2—4	Enschede ○	9	4	7	14	21	28	38	—	—	—	70	80
	Kastanjestr. 40—42	de Man ○	12	11	21	34	56	—	—	—	105	110	115	—
Effluent gedurende Juli	Kastanjestr. 36—26	Utrecht ●	12	11	18	32	46	—	—	—	103	104	106	109
	Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	17	9	21	35	48	—	—	—	107	112	117	119
	„ 23—25	de Man ●	15	19	36	68	84	—	—	—	101	—	—	110
	Kastanjestr. 28—30	Utrecht ○	14	12	23	47	62	—	—	—	90	93	—	100
	Cypresstr. 2—4	Enschede ○	9	7	13	22	29	—	—	—	73	78	—	92
	Kastanjestr. 40—42	de Man ○	12	14	34	64	92	—	—	—	104	—	112	120
Ruw water gedurende Juli	Kastanjestr. 36—38	Utrecht ●	12	9	15	29	41	—	—	—	95	102	108	112
	Mahoniestr. 13—15	Enschede ●	17	6	17	31	46	—	—	—	106	115	120	121
	„ 23—25	de Man ●	15	17	31	59	75	—	—	—	104	107	114	119
	Kastanjestr. 28—20	Utrecht ○	14	9	19	41	59	—	—	—	93	97	—	108
	Cypresstr. 2—4	Enschede ○	9	4	9	18	27	—	—	—	71	74	—	90
	Kastanjestr. 40—42	de Man ○	12	12	31	59	87	—	—	—	110	—	—	125

Over 't algemeen kan niet gezegd worden, dat er groote verschillen te zien zijn. De systemen met menagewater vertoonen een iets grootere reductie maar dit verschil is van weinig belang.

Ook hier is dus geen sprake van een nadeeligen invloed van het menagewater op het reinigingsproces, noch van eenig verschil tusschen de drie systemen onderling, zooals tot nu toe bij geen enkele proef eenig verschil merkbaar is geweest.

Daar de tijd te beperkt was en er geen gelegenheid voor het aanleggen van een proefinstallatie meer bestond, wil ik hier in het kort de ondervindingen van S c h u t meedeelen, die een onderzoek instelde naar den invloed van de vloeistof eener proef-septic tank op pathogene darmbacteriën.

S c h u t stelt zich de vraag: blijven pathogene darmbacteriën in de vloeistof eener septic-tank, waarop alleen faecaliën worden geloosd in leven, of sterven zij af?

Hij gaat eerst alle litteratuur na, die op dit gebied verschenen is en gaat tenslotte over tot zijn proefnemingen.

Over de proefnemingen van de andere onderzoekers zegt S c h u t :

- 1^e Er bestaat geen overeenstemming over den levensduur van pathogene darmbacteriën in septic-tanks of in de vloeistof afkomstig uit rotkelders;
- 2^e voorzoover de onderzoekers uit hunne proeven meenen te moeten aannemen, dat pathogene darmbacteriën in rottende vloeistof ten gronde gaan, is door hem in dit verband geen nader onderzoek ingesteld naar de factoren, welke de doodende werking uitoefenen.

Slechts K l i g l e r toont door zijn waarnemingen aan, dat de waterstof-ionen-concentratie van de vloeistof een belangrijke factor voor het afsterven kan zijn.

S c h u t komt tenslotte tot de volgende conclusies uit zijn persoonlijke waarnemingen afgeleid:

- 1^e de scheikundige samenstelling der vloeistof van een goed werkende septic-tank, die uitsluitend ingericht is voor

den afbraak van faeces, heeft geen doodende werking op typhus-bacillen, dysenterie-bacillen en cholera-vibrionen.

De stofwisselingsproducten der rottingsorganismen hebben dit evenmin.

- 2^e De waterstof-ionen-concentratie kan schadelijk op pathogene darmbacteriën werken, mits zij hooger is dan PH 7.7.
- 3^e Het effluent van septic-tanks moet als gevaarlijk worden beschouwd. Het dient, voor dat het op een openbaar water wordt toegelaten, hetzij aan een biologische, hetzij aan een chemische bewerking te worden onderworpen, die ten doel heeft het effluent onschadelijk te maken.

Uit dit oogpunt zou dus een septic-tank absoluut zonder eenige werking op ziektekiemen zijn, daar uit de proeven van Schut blijkt, dat de waterstof-ionen-concentratie van een normaal werkende septic-tank niet hooger wordt dan PH 7.7. en deze slechts een nadeelige werking uitoefent op den levensduur van de pathogene micro-organismen, *niet* ze doet afsterven.

Aan het einde gekomen van het bacteriologisch en daarmee samenhangend onderzoek, wil ik nog even enkele proeven vermelden, betrekking hebbende op de micro-biologische eigenschappen van het afvalwater. Hoewel ik niet wil beweren met onderstaande proeven de septic-tankwerking na te bootsen, lijkt het mij toch van belang, om eenigszins een inzicht te krijgen in de micro-biologische gesteldheid van het water en de snelheid, waarmede de verschillende omzettingen plaats vinden.

Ten einde nu bovengenoemde eigenschappen te kunnen nagaan, werden aan het water verschillende stoffen toegevoegd zooals nitraten, nitrieten, eiwit, zetmeel etc. en na 1, 2, etc. dagen nagegaan, of deze stoffen nog als zoodanig aanwezig waren.

De proeven werden zooveel mogelijk anaëroob uitgevoerd

door de kolfjes in een klok te plaatsen, de lucht te verwijderen en daarvoor in de plaats waterstofgas in te leiden.

Vervolgens werd alles bij 15° — 20° C. in het donker geplaatst.

De volgende oplossingen werden bereid:

1^e *amylum*-oplossing, bevattende 2 % aardappel-zetmeel, 25 cc. van deze oplossing werden met 25 cc. afvalwater bedeed, zoodat de *amylum*-concentratie 1% was.

2^e *eiwit*-oplossing, welke 0,5% eiwit bevatte (bepaald volgens E s b a c h). Ook hieraan werd een gelijk volume water toegevoegd en nagegaan wanneer het coaguleerbaar eiwit verdwenen was (volgens B a n g).

3^e *sulfaat*-oplossing, bevattende per 25 cc. 50 mgr. SO_4 , dat als ferro-sulfaat werd toegevoegd. Nagegaan werd na hoeveel tijd geen sulfaatreactie met bariumchloride en zoutzuur meer optrad.

4^e *nitraat*-oplossing, bevattende 1 % kaliumnitraat (nitriet-vrij). Met de brucine reactie werd het kaliumnitraat aangetoond.

5^e *nitriet*-oplossing, bevattende 0,5 % kaliumnitriet. Met de Bismarckbruinreactie werd nagegaan, wanneer alle nitriet was verdwenen.

6^e *cellulose*.

Hiertoe werd de door O m e l i a n s k i aangegeven voedingsbodem gebruikt:

gedestilleerd water	1000 gr.
kaliumphosphaat	1,—
magnesiumsulfaat	0,5
ammoniumsulfaat	1,—
natriumchloride	spoor.

waaraan cellulose werd toegevoegd in den vorm van zeer fijn verdeeld filtreerpapier.

Nagegaan werd hoeveel gas zich ontwikkelde na 14 dagen.

7e *vet*-oplossing. Hiervoor werd de voedingsbodem, door S ö h n g e n aangeraden, samengesteld:

leidingwater	100
fijn verdeeld vet	0,5
calciumcarbonaat	0,5
kaliumphosfaat	0,5
magnesium ammonium phosfaat	0,1

Het *vet* bestond hier uit botervet, dat in zeer fijne suspensie werd gebracht.

In het volgende tabelletje zijn de resultaten opgenomen.

Tabel XXIV.

STRAAT EN HUISNUMMER	SYSTEEM	EIWIT- SPLITSING	AMYLUM	VET	CELLULOSE	NITRAAT	NITRIET	SULFAAT
Kastanjestraat 36—38	Utrecht ●	Na 4 dagen geen coaguleer- baar eiwit	Na 2 dagen alles omgezet	Na drie weken eenig vet gesplitst	Na vier weken weinig gasont- wikkeling	Na drie dagen alles omgezet tot nitriet	Zeer lang- zaam na 15 dagen slechts enkele milli- grammen	Na 5 dagen alles omgezet
Mahoniestraat 13—15	Enschede ●	3 dagen	24 uur	drie weken als boven	als boven	2 dagen	als boven	4 dagen
Mahoniestraat 23—25	de Man ●	4 dagen	2 × 24 uur	als boven	als boven	2 dagen	als boven	3 dagen
Kastanjestraat 28—30	Utrecht ○	6 dagen	3 dagen	als boven	—	5 dagen	als boven	4 dagen
Cypresstraat 2—4	Enschede ○	7 dagen	2 dagen	als boven	als boven	4 dagen	als boven	3 dagen
Kastanjestraat 40—42	de Man ○	7 dagen	3 dagen	als boven	als boven	3 dagen	als boven	3 dagen

Deze proeven werden slechts enkele malen verricht, daar zij voor het eigenlijke onderzoek van weinig beteekenis zijn.

Telkens werden gelijke volumina afvalwater en voedingsbodem gebruikt.

Zooals dus hieruit blijkt, zijn in het water der verschillende systemen dezelfde micro-biologische krachten werkzaam.

De eiwitsplitsing gaat vrij snel. Een tamelijk geconcentreerde eiwitoplossing wordt binnen enkele dagen totaal omgezet, d.w.z. in een vorm, die niet coaguleerbaar is.

Wel gaat het bij de systemen met menagewater iets sneller dan bij die zonder, wat, ook met het oog op de uit het quantitatief bacteriologisch onderzoek gevonden uitkomsten n.l. veel eiwitsplitsende micro-organismen, niet te verwonderen is.

Zetmeel wordt bijzonder snel omgezet. Amylum-splitsende enzymen schijnen dus evenals eiwitsplitsende rijkelijk aanwezig te zijn.

De nitraatreductie gaat eveneens snel; echter niet de reductie van nitriet. Na 15 dagen was slechts een zeer geringe afneming van het nitriet-gehalte te zien.

De vetsplitsing gaat uiterst langzaam; vetsplitsende enzymen worden klaarblijkelijk in zeer geringe mate afgescheiden, zooals trouwens de meeste onderzoekers hebben gevonden.

Eveneens de cellulose-vergisting, die zooals blijkt uit de tabel slechts langzaam ingezet wordt. Is eenmaal de splitsing begonnen, dan ziet men allengs meer en sneller zich gas ontwikkelen.

Evenals nitraten worden sulfaten snel omgezet.

Ook werden nog eenige proeven ingezet met sulfieten en thiosulfaten. De eerste werden bijna in 't geheel niet, de laatste eenigszins ontleed.

Bij de sulfaatreductie zij terloops opgemerkt, dat hierbij de hoeveelheid zwavelwaterstof, die ontstond veel geringer was, dan uit de hoeveelheid weggenomen sulfaat zou volgen.

Bij de effluënten der verschillende putten is mij eveneens gebleken, dat H_2S bijna geregeld afwezig was (aangetoond met loodacetaalpapier).

Uit het medegedeelde blijkt, dat de micro-biologische gesteldheid van het afvalwater, met uitzondering van de eiwitsplitsende flora, bij alle systemen, met of zonder menagewater dezelfde is.

Het menagewater schijnt daarop geen anderen invloed uit te oefenen.

LITTERATUUR.

- Baucher, F. L'Epuration biologique des eaux résiduaires.
 Emmerich, R. Ueber die Beurteilung des Wassers vom bacteriologischen Standpunkt. Zeitschr. f. Unt. d. Nahr. u. Genussz. mittel, 1904.
 Gorter en de Graaff. Klinische diagnostiek. Leiden 1923.
 Hilsum. Bacteriologisch onderzoek van een zwembad in verband met zelfreiniging. Acad. proefschr. Amsterdam 1900.
 Huntemüller, O. Vernichtung der Bakterien im Wasser durch Protozoën. Archiv für Hyg. Bnd. 54, 1905.
 Löw, O. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. Arch. für Hyg. Bnd. 64, 1909.
 Müller. Ueber die Rolle der Protozoën bei der Selbstreinigung stehenden Wassers. Arch. für Hyg. Bnd. 75, 1912.
 Pettenkofer, M. von. Zur Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hyg. Bnd. 12, 1891.
 Schut J., A. F. De invloed van de vloeistof eener proef-septic-tank op pathogene darmbacteriën. Amsterdam 1924.
 Stokvis, C. S. Protozoën u. Selbstreinigung. Arch. f. Hyg. Bnd. 71, 1909.
 Stokvis en Swellengrebel. Purification of water by Infusoria. Journ. of Hyg. vol. 11, No. 4, 1912.

CONCLUSIES.

Uit het in dit hoofdstuk meegedeelde zijn de volgende conclusies te trekken:

- 1^e Uit bacteriologisch oogpunt is geen reiniging waarneembaar, d.w.z. het aantal bacteriën neemt in den put niet af.

Uit de proeven van S c h u t is dit eveneens gebleken ten aanzien van pathogene micro-organismen waar te zijn.

Weliswaar zal een groot gedeelte van de aanwezige micro-organismen, die bijna alle tot de anaëroben behooren, bij afvoer op de openbare wateren spoedig verdwijnen.

Wat betreft echter de pathogene kiemen is het gevaarlijk te noemen, het water zonder eenige verdere reiniging op openbare wateren af te voeren, vooral in geval dit openbare water een gracht of ander stilstaand water is.

- 2^e Toevoeging van menagewater verhoogt het aantal bacteriën. Vooral het aantal gelatineërvloeiende micro-organismen is grooter. Een snellere eiwitafbraak en daarmede een *gunstige* werking op de reiniging is hiervan het gevolg.
- 3^e Geen enkel typisch onderscheid tusschen de drie onderzochte systemen is uit dit onderzoek gebleken.

SAMENVATTING.

Gaan wij bij het beëindigen van het onderzoek na, welke resultaten daarmede bereikt zijn, dan kan het volgende gezegd worden:

1e. Er is gebleken, dat men aan den beerput een zekere reinigende werking moet toeschrijven, die weliswaar niet geheel beantwoordt aan de te verwachten resultaten, maar welke toch ook niet te onderschatten is. In verband met de ligging der gemeente Utrecht en met het feit, dat men in deze gemeente slechts over stilstaand of zeer langzaam stroomend water beschikt, zal het zijn voordeelen hebben in deze gemeente den beerput met overstort op het gemeenteriool algemeen in te voeren

2e. Indien deze putten ingevoerd worden en verplicht gesteld, dan kan *zonder eenig bezwaar* het menagewater tevens op den beerput afgevoerd worden. De reinigende werking wordt *niet* door het menagewater belemmerd en dit water wordt zelf ook in dezelfde mate gemineraliseerd als de faecaliën.

3e. Het is niet gebleken, dat van de onderzochte typen van beerputten het eene systeem de voorkeur verdient boven het andere, dus zou het aan te bevelen zijn, het systeem, dat de minste kosten met zich brengt, in te voeren.

STELLINGEN.

I

Het is gewenscht, bij gemeenteverordening, het aanleggen van beerputten met overstort, in de gemeente Utrecht verplicht te stellen.

II

De toevoer van menagewater op den beerput oefent op de werking daarvan geen nadeeligen invloed uit.

III

Voor de bepaling van het cacaodoppengehalte in cacao-poeder is de microscopische methode van Ezendam aan te bevelen.

IV

Het is gewenscht in de nieuwe Pharmacopee bij Flores Cinae een waardebepaling op te nemen. Hiertoe is de meest geschikte methode, die van Kariyone en Kimura.

V

De toevoeging van glycerine als bederfwerend middel heeft geen zin.

VI

De meening van Nooyen, dat in urson geen hydroxylgroep voorkomt, is onjuist.

VII

De opvatting van Smit aangaande het bacteriologisch water-onderzoek, is voor de praktijk niet van belang.

VIII

De meening van Cotton en Wallis, dat de narcotische werking van aether zou berusten op de daarin aanwezige verontreinigingen, is onjuist.

IX

De formule van Balling voor de bepaling van het extract-gehalte van den stamwort van bier, is aan bedenkingen onderhevig.

X

Met het oog op de chemische strijdmiddelen in den oorlog, behoort het aantal militaire apothekers uitgebreid te worden.

XI

De toevoeging van conserveermiddelen aan voedings- en genotmiddelen, mits in beperkte mate, is niet steeds afkeuringswaardig.

